

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 2 1 4 3
Application Number:

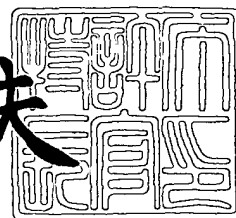
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 2 1 4 3]

出 願 人
Applicant(s): トレセンティテクノロジーズ株式会社
株式会社日立製作所

2 0 0 3 年 7 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 8 7 1 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 H02014901

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/10

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市堀口751番地 トレセンティテク
 ノロジーズ株式会社内

 【氏名】 田中 英樹

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市堀口751番地 トレセンティテク
 ノロジーズ株式会社内

 【氏名】 美馬 宏行

【特許出願人】

 【識別番号】 500495256

 【氏名又は名称】 トレセンティテクノロジーズ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100080001

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 筒井 大和

 【電話番号】 03-3366-0787

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 006909

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 溝の内部に埋め込まれた絶縁膜からなる複数の素子分離部を基板の主面上に有する半導体装置であって、

活性領域の幅が相対的に小さい第 1 の領域では、前記素子分離部のリセス量は相対的に大きく、活性領域の幅が相対的に大きい第 2 の領域では、前記素子分離部のリセス量はゼロまたは相対的に小さいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の半導体装置において、前記第 1 の領域における活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 未満、前記第 2 の領域における活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 基板に行列状に配置された複数のメモリセルからなるメモリアレイおよび前記複数のメモリセルとは異なる回路素子が形成された周辺回路領域を備えており、溝の内部に埋め込まれた絶縁膜からなる複数の素子分離部を前記基板の主面上に有する半導体装置であって、

前記メモリアレイにおける前記素子分離部のリセス量は相対的に大きく、前記周辺回路領域における前記素子分離部のリセス量はゼロまたは相対的に小さいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の半導体装置において、前記メモリアレイにおける活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 未満、前記周辺回路領域における活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項 3 記載の半導体装置において、前記メモリアレイにおける前記素子分離部のリセス量は $80\ \text{nm}$ 程度、前記周辺回路領域における前記素子分離部のリセス量は $0\sim 40\ \text{nm}$ 程度であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 請求項 3 記載の半導体装置において、前記メモリアレイにおける活性領域はストライプ形状であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 請求項 3 記載の半導体装置において、前記複数のメモリセルは、各列では前記複数のメモリセルのソース・ドレイン領域が互いに並列接続され、各行では複数のワード線が延在してなるフラッシュメモリのメモリアレイを

構成することを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の半導体装置において、前記複数のメモリセルの各々は、前記ソース・ドレイン領域の間のチャンネル領域上に第 1 の絶縁膜を介して設けられた浮遊ゲート電極用の下層導体膜と、前記浮遊ゲート電極用の下層導体膜と電氣的に接続され、前記浮遊ゲート電極用の下層導体膜から前記ソース・ドレイン領域上の第 2 の絶縁膜を介して前記ソース・ドレイン領域上に延在する浮遊ゲート電極用の上層導体膜と、前記浮遊ゲート電極用の上層導体膜上に第 3 の絶縁膜を介して設けられ、前記浮遊ゲート電極用の上層導体膜上に重ねられた前記ワード線として作用する制御ゲート電極用の導体膜とを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】 (a) 基板の第 1 の領域に第 1 の溝を形成し、前記第 1 の領域とは異なる第 2 の領域に第 2 の溝を形成する工程と、

(b) 前記基板上に絶縁膜を堆積した後、前記絶縁膜を平坦化して前記第 1 および第 2 の溝の内部に前記絶縁膜を埋め込む工程と、

(c) 前記第 2 の領域をレジストパターンで覆った後、前記第 1 の溝の内部に埋め込まれた前記絶縁膜をエッチングして、前記第 1 の溝の内部に埋め込まれた前記絶縁膜の上面を前記第 2 の溝の内部に埋め込まれた前記絶縁膜の上面よりも落ち込ませ、前記第 1 の領域に第 1 の素子分離部を形成し、前記第 2 の領域に第 2 の素子分離部を形成する工程とを有し、

前記第 1 の領域は、活性領域の幅が相対的に小さい領域であり、前記第 2 の領域は、活性領域の幅が相対的に大きい領域であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 記載の半導体装置の製造方法において、前記第 1 の素子分離部のリセス量は相対的に大きく、前記第 2 の素子分離部のリセス量はゼロまたは相対的に小さいことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 請求項 9 記載の半導体装置の製造方法において、前記第 1 の領域における活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 未満、前記第 2 の領域における活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 12】 請求項 9 記載の半導体装置の製造方法において、

(d) 前記基板の主面にゲート絶縁膜を形成した後、前記基板上に導電膜を堆積し、レジストパターンをマスクとして前記導電膜を加工することにより、前記第1の領域に前記導電膜からなるゲート電極を形成する工程と、

(e) 前記第1の領域に形成された前記ゲート電極の両側の前記基板にそれぞれ不純物を導入して、ソース・ドレイン領域を形成する工程とをさらに含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項13】 基板に行列状に配置された複数のメモリセルを有し、前記複数のメモリセルの各々は浮遊ゲート電極および制御ゲート電極を有し、各列において前記複数のメモリセルのソース・ドレイン領域が互いに並列接続され、前記制御ゲート電極と一体に形成されたワード線が前記複数のメモリセルのゲート長方向である行方向に延在して成るメモリアレイと、前記複数のメモリセルとは異なる回路素子により構成される周辺回路領域とを形成する半導体装置の製造方法であって、

(a) 前記基板の前記メモリアレイの素子分離部となる領域に第1の溝を形成し、前記基板の前記周辺回路領域の素子分離部となる領域に第2の溝を形成する工程と、

(b) 前記基板上に第1の絶縁膜を堆積した後、前記第1の絶縁膜を平坦化して前記第1および第2の溝の内部に前記第1の絶縁膜を埋め込む工程と、

(c) 前記周辺回路領域をレジストパターンで覆った後、前記第1の溝の内部に埋め込まれた前記第1の絶縁膜をエッチングして、前記第1の溝の内部に埋め込まれた前記第1の絶縁膜の上面を前記第2の溝の内部に埋め込まれた前記第1の絶縁膜の上面よりも落ち込ませ、前記メモリアレイに第1の素子分離部を形成し、前記周辺回路領域に第2の素子分離部を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項14】 請求項13記載の半導体装置の製造方法において、前記メモリアレイにおける前記第1の素子分離部のリセス量は相対的に大きく、前記周辺回路領域における前記第2の素子分離部のリセス量はゼロまたは相対的に小さいことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項15】 請求項14記載の半導体装置の製造方法において、前記メ

モリアレイにおける活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 未満、前記周辺回路領域における活性領域の幅は $1\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 16】 請求項 14 記載の半導体装置の製造方法において、前記モリアレイにおける前記第 1 の素子分離部のリセス量を $80\ \text{nm}$ 程度、前記周辺回路領域における前記第 2 の素子分離部のリセス量を $0\sim 40\ \text{nm}$ 程度とすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 17】 請求項 14 記載の半導体装置の製造法において、前記モリアレイにおける活性領域をストライプ形状とすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 18】 請求項 13 記載の半導体装置の製造方法において、

(d) 前記メモリセルの活性領域上に電界効果トランジスタのゲート絶縁膜となる第 2 の絶縁膜を形成する工程と、

(e) 前記モリアレイの活性領域において、前記第 2 の絶縁膜上に浮遊ゲート電極用の下層導体膜を前記第 1 の方向に延在するように形成する工程と、

(f) 前記浮遊ゲート電極用の下層導体膜の両側の前記基板に、不純物を導入して前記第 1 の方向に延在するソース・ドレイン領域を形成する工程と、

(g) 前記ソース・ドレイン領域上に前記第 2 の絶縁膜より厚い第 3 の絶縁膜を形成する工程と、

(h) 前記浮遊ゲート電極用の下層導体膜の上層に接続され、前記第 3 の絶縁膜上に延びる浮遊ゲート電極用の上層導体膜を前記第 1 の方向に沿って形成する工程と、

(i) 前記浮遊ゲート電極用の上層導体膜の上層に第 4 の絶縁膜を形成する工程と、

(j) 前記第 4 の絶縁膜上に制御ゲート電極用の導体膜を形成する工程と、

(k) 前記制御ゲート電極用の導体膜、前記浮遊ゲート電極用の上層導体膜および下層導体膜を前記行方向である第 2 の方向に沿ってパターンニングすることによって、前記制御ゲート電極と一体に形成されたワード線および前記浮遊ゲート電極を形成する工程とをさらに含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、半導体集積回路装置およびその製造技術に関し、特に、高集積化に適した不揮発性半導体記憶装置およびその製造方法に適用して有効な技術に関する。

【0002】**【従来の技術】**

データの書き込みおよび消去を電氣的に行うことが可能な不揮発性半導体記憶装置は、例えば配線基板上に組み込んだままの状態でのデータの書き換えが可能であり、使いやすいことからメモリを必要とする様々な製品に幅広く使用されている。

【0003】

特に、電氣的一括消去型EEPROM (Electric Erasable Programmable Read Only Memory; 以下、フラッシュメモリという) は、メモリアレイの一定の範囲 (メモリアレイの全てのメモリセルまたは所定のメモリセル群) のデータを一括して電氣的に消去する機能を持っている。さらにフラッシュメモリは、1トランジスタ積層ゲート構造であることからセルの小型化が進み、高集積化への期待も大きい。

【0004】

1トランジスタ積層ゲート構造は、1個の不揮発性メモリセル (以下、メモリセルと略す) が、基本的に1個の2層ゲート電界効果トランジスタ (Metal Insulator Semiconductor Field Effect Transistor; 以下MISFETと記す) で構成されている。その2層ゲートMISFETは、半導体基板上にトンネル絶縁膜を介して浮遊ゲート電極を設け、さらにその上に層間膜を介して制御ゲート電極を積み重ねることで形成されている。データの記憶は、上記浮遊ゲート電極に電子を注入したり、浮遊ゲート電極から電子を抜き出したりすることで行われている。

【0005】

フラッシュメモリについては、半導体基板に行列状に配置された複数のメモリ

セルを有し、各列において上記複数のメモリセルのソース・ドレイン領域が互いに並列接続され、各行においてワード線が延在するメモリアレイ構成の並列型フラッシュメモリの構造およびその使用方法が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。この種のフラッシュメモリは、「AND 型フラッシュメモリ」の名称としても知られている。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特開平 8 - 2 7 9 5 6 6 号公報

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は、前記 AND 型フラッシュメモリを有する半導体集積回路装置を開発するにあたり、以下の問題点があることを見いだした。

【0 0 0 8】

すなわち、フラッシュメモリの高集積化に伴いメモリセルは微細化されるが、同時に基板に発生する結晶欠陥が増加して、メモリセルのジャンクションリークが多発し、メモリ読み出し不良またはデータ破壊モード等の不良が起きることが明らかとなった。

【0 0 0 9】

この結晶欠陥は、例えば不純物がイオン打ち込みされた領域に生ずる応力、ゲート電極または素子分離部の形成過程で生ずる応力などに起因するが、特に、素子分離部をトレンチアイソレーション（Shallow Trench Isolation；以下、STI という）で構成した場合に、多くの結晶欠陥の発生が基板に見られる。

【0 0 1 0】

STI は、例えば基板に浅い溝を形成した後、この溝の内部に絶縁膜を埋め込み、さらにその表面を平坦化することにより形成される。しかし、STI を形成した後に行われる 8 0 0 ℃ 以上の熱処理工程において、溝の側壁に酸化膜の成長による体積膨張が生じ、この体積膨張が溝の内部に埋め込まれた絶縁膜によって拘束されて、結晶欠陥の原因となる圧縮応力を基板に生ずる。

【0 0 1 1】

この圧縮応力は、活性領域の幅が相対的に狭く、パターン密度が相対的に高い箇所に集中しやすいため、フラッシュメモリでは、活性領域の幅が相対的に広い領域、例えば周辺回路領域よりも活性領域の幅が相対的に狭いメモリアレイにおいて結晶欠陥が多く発生し、メモリセルのジャンクションリークを引き起こす。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、フラッシュメモリにおいて基板に発生する結晶欠陥を抑制し、メモリセルのジャンクションリークのマージンを向上することのできる技術を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【 0 0 1 5 】

本発明は、メモリアレイにおける素子分離部のリセス量を相対的に大きくし、周辺回路領域における素子分離部のリセス量をゼロまたは相対的に小さくするものである。

【 0 0 1 6 】

本発明は、基板のメモリアレイの素子分離部となる領域に第 1 の溝を形成し、基板の周辺回路領域の素子分離部となる領域に第 2 の溝を形成する工程と、基板上に絶縁膜を堆積した後、絶縁膜を平坦化して第 1 および第 2 の溝の内部に絶縁膜を埋め込む工程と、周辺回路領域をレジストパターンで覆った後、第 1 の溝の内部に埋め込まれた絶縁膜をエッチングして、第 1 の溝の内部に埋め込まれた絶縁膜の上面を第 2 の溝の内部に埋め込まれた絶縁膜の上面よりも落ち込ませ、メモリアレイにリセス量が相対的に大きい素子分離部を形成し、周辺回路領域にリセス量がゼロまたは相対的に小さい素子分離部を形成する工程とを有するものである。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0018】

また、本実施の形態においては、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) をして電界効果トランジスタの総称とし、これをMOSと略し、pチャネル型のMOSFETをPMOSと略し、nチャネル型のMOSFETをNMOSと略す。

【0019】

本実施の形態においては、例えば512メガビットの記憶容量を有するフラッシュメモリに本発明を適用した場合について説明する。ただし、本発明は512メガビットのものに限定されるものではなく種々適用可能であり、例えば512メガビットよりも小さい256メガビットのもの、あるいは512メガビット以上のものにも適用可能である。

【0020】

図1には、そのフラッシュメモリの一実施の形態のブロック構成が示されている。まず、同図をもとに、本実施の形態のフラッシュメモリの構成の概要について説明する。

【0021】

メモリアレイMARYに対して、ワード線を選択する行デコーダXDが接続されると共に、ビット線を選択する列デコーダYDがセンスアンプデータラッチSADLを介して接続される。入出力バッファIOBは、行アドレスバッファXBを介して行デコーダXDに接続されると共に列アドレスバッファYBを介して列デコーダYDに接続され、さらにセンスアンプデータラッチSADLおよび制御回路CCにも接続される。制御回路CCは、電源制御回路VCCを介して行デコーダXDおよびセンスアンプデータラッチSADLに接続される。

【0022】

制御回路 C C は、コマンドデコーダ、電源切り換え回路および書き込み／消去回路から構成される。また、電源制御回路 V C C は、基準電圧発生回路、書き込み／消去電圧発生回路および検証電圧発生回路から構成される。ここで、基準電圧発生回路は、書き込み／消去電圧発生回路および検証電圧発生回路等の各所定電圧を発生するために各回路へ入力される参照電圧を生成する回路である。

【0023】

メモリアレイ M A R Y は、半導体基板の主面の大半を占めて配置されており、図の水平方向に平行して配置される所定数のワード線と、これに対して垂直な方向に平行して配置される所定数のビット線と、これらのワード線およびビット線の実質的な交点に格子配列される多数の 2 層ゲート構造型メモリセルとを有している。このメモリセルは、同一列に配置される $m+1$ 個を単位としてセルユニットにグループ分割され、そのセルユニットは、 $n+1$ 個を単位としてメモリセルブロックを構成する。

【0024】

さらに、この実施の形態のフラッシュメモリは、いわゆる階層ビット線方式を採り、メモリアレイ M A R Y のビット線は、各セルユニットを構成する $m+1$ 個のメモリセルのドレインが共通結合されてなるサブビット線と、同一列に配置された $p+1$ 本のサブビット線がドレイン側の選択 M O S を介して選択的に接続されるメインビット線からなる。

【0025】

メモリアレイ M A R Y の各セルユニットを構成する $m+1$ 個のメモリセルのソースは、対応するローカルソース線にそれぞれ共有接合され、これらのローカルソース線は、対応するソース側の選択 M O S を介して共通ソース線に結合される。また、メモリアレイ M A R Y の同一行に配置される $n+1$ 個のメモリセルの制御ゲートは、対応するワード線にそれぞれ共通結合され、ドレイン側の選択 M O S およびソース側の選択 M O S は、ワード線と平行して配置される $p+1$ 本のドレイン側ブロック選択信号線またはソース側ブロック選択信号線にそれぞれ共通結合される。

【0026】

次に、図1のフラッシュメモリに含まれるメモリアレイの部分的な回路図を図2に示す。同図をもとに、メモリアレイの具体的構成について説明する。これらの回路はNMOSから構成されている。

【0027】

図2に示すように、本実施の形態のフラッシュメモリのメモリアレイMARYは、 $p+1$ 個のメモリセルブロックMCB0～MCB p （図2には、メモリセルブロックMCB0、MCB1と、メモリセルブロックMCB2ならびにこれらのメモリセルブロックに関連する部分のみが例示される。以下、同様）を含み、これらのメモリセルブロックのそれぞれは、図の水平方向に平行して配置される $m+1$ 本のワード線W00～W0 m ないしW p 0～W p m と、図の垂直方向に平行して配置される $n+1$ 本のメインビット線MB0～MB n （MB）とを含む。これらのワード線およびメインビット線の実質的な交点には、 $(m+1) \times (n+1)$ 個の2層ゲート構造型のメモリセルMCがそれぞれ格子配置される。

【0028】

メモリアレイMARYは、特に限定されないが、例えばAND型アレイ構成とされ、メモリセルブロックMCB0～MCB p を構成するメモリセルMCは、同一列に配置される $m+1$ 個を単位として $n+1$ 個のセルユニットCU00～CU0 n ないしCU p 0～CU p n にそれぞれグループ分割される。これらのセルユニットを構成する $m+1$ 個のメモリセルMCのドレインは、対応するサブビット線SB00～SB0 n ないしSB p 0～SB p n にそれぞれ共通結合され、そのソースは、対応するローカルソース線SS00～SS0 n ないしSS p 0～SS p n にそれぞれ共通結合される。また、各セルユニットのサブビット線SB00～SB0 n ないしSB p 0～SB p n は、そのゲートが対応するドレイン側のブロック選択信号線MD0～MD p に結合された n チャネル型のドレイン側選択MOSN1を介して対応するメインビット線MB0～MB n に結合され、ローカルソース線SS00～SS0 n ないしSS p 0～SS p n は、そのゲートが対応するソース側のブロック選択信号線MS0～MS p に結合された n チャネル型のソース側選択MOSN3を介して共通ソース線SLに結合される。

【0029】

メモリセルブロック $MCB_0 \sim MCB_p$ の各セルユニットは、さらに、対応する $m+1$ 個のメモリセル MC の共通結合されたドレイン、すなわちサブビット線 $SB_{00} \sim SB_{0n}$ ないし $SB_{p0} \sim SB_{pn}$ と、対応する $m+1$ 個のメモリセル MC の共通結合されたソース、すなわちローカルソース線 $SS_{00} \sim SS_{0n}$ ないし $SS_{p0} \sim SS_{pn}$ との間にそれぞれ設けられる n チャンネル型の短絡 $MOSN_2$ をそれぞれ含む。各メモリセルブロックに含まれる $n+1$ 個の短絡 $MOSN_2$ のゲートは、対応する短絡 MOS 用のブロック選択信号線 $SC_0 \sim SC_p$ にそれぞれ共通結合される。

【0030】

次に、本実施の形態のフラッシュメモリの素子配置および素子構造を図3～図6によって説明する。図3は上記メモリアレイの要部平面図、図4は図3と同じ平面領域であって図3よりも上層のレイアウト層の要部平面図、図5はメモリアレイおよび周辺回路領域の要部断面図、図6は図3のB-B線（メモリセルのチャンネル部分をワード線に対して交差する方向（Y方向）に沿って切断した線）の断面図である。周辺回路はメモリアレイを制御し、メモリアレイとデータの授受を行う関連回路の総称である。

【0031】

なお、図5（a）に示すメモリアレイは図3のA-A線（ワード線W上をその延在方向（X方向）に沿って切断した線）の断面に相当する。図5（b）に示す周辺回路領域にはメモリアレイとは異なる回路素子が形成されており、周辺回路領域に示した低電圧系 $NMOS$ および $PMOS$ は、駆動電圧が、例えば $1.8 \sim 3.3$ V 程度の相対的に低い周辺回路用の MOS である。周辺回路領域には駆動電圧が相対的に高い周辺回路用の MOS も形成されるが、ここでは省略する。また、ここでは、図5および図6の断面図を中心に説明するが、平面的な構成の説明箇所については図3および図4を随時参照されたい。

【0032】

上記半導体チップを構成する半導体基板1は、例えばp型のシリコン単結晶からなり、メモリアレイ $MARY$ の半導体基板1には、例えばホウ素（B）が導入されてなるpウェル PW_m が形成され、周辺回路領域の半導体基板1には、例え

ばホウ素が導入されてなる p ウェル P W p および、例えばリン (P) またはヒ素 (As) が導入されてなる n ウェル N W p が形成されている。

【0033】

p ウェル P W m は、特に制限されないが、その下層に形成された埋め込み n ウェル N W m と、p ウェル P W m の側部側に形成された n ウェル N W p とに取り込まれており、半導体基板 1 から電氣的に分離されている。その埋め込み n ウェル N W m は、例えばリンまたはヒ素が半導体基板 1 に導入されて形成されてなり、半導体基板 1 上の他の素子からのノイズが半導体基板 1 を通じて p ウェル P W m (すなわち、メモリセル MC) に侵入するのを抑制または防止したり、p ウェル P W m の電位を半導体基板 1 とは独立して所定の値に設定したりする機能を備えている。

【0034】

半導体基板 1 の主面には、例えば溝型の分離部 (トレンチアイソレーション) S T I が形成されている。分離部 S T I は半導体基板 1 に掘られた溝内に絶縁膜が埋め込まれて形成されており、分離部 S T I の絶縁膜は、例えば酸化シリコン等からなる。メモリアレイ M A R Y における分離部 S T I は、ワード線の延在方向 (X 方向) に沿って配置された複数のメモリセル MC 間を電氣的に分離するように、Y 方向に沿って平面帯状に配置されており、例えば $1\ \mu\text{m}$ 未満の幅を有するストライプ状の活性領域を構成する。

【0035】

また、メモリアレイ M A R Y では、分離部 S T I の絶縁膜の上面は半導体基板 1 の表面よりも落ち込んでおり、リセス量 (半導体基板 1 の表面から分離部 S T I の絶縁膜の上面までの落ち込み量) は相対的に大きく、例えば $80\ \text{nm}$ 程度である。このように、分離部 S T I をリセス量が相対的に大きい構造とすることにより溝の側壁の上部がフリー面となるので、 800°C 以上の温度で熱処理を行った場合などに、半導体基板 1 に生ずる応力を低減することができる。

【0036】

活性領域の幅が $1\ \mu\text{m}$ 以上で、パターンが相対的に疎に配置されている周辺回路領域では、分離部 S T I の絶縁膜の上面は半導体基板 1 の表面とほぼ一致する

ように平坦化されている。リセス量はゼロまたは相対的に小さく、例えば0～40 nm程度である。

【0037】

周辺回路領域では、活性領域から分離部STIにかけて連続的にMOSのゲート電極が存在する。このため、周辺回路領域でリセス量が多い分離部STIを採用すると、活性領域の端部で電界集中が起こり、MOSのゲート絶縁膜が破壊されやすくなる。これを回避するためには、周辺回路領域の分離部STIのリセス量をゼロまたは相対的に小さくすることが望ましい。なお、周辺回路領域の活性領域はメモリアレイの活性領域よりも大きいことから、周辺回路領域では、分離部STIが半導体基板1に生ずる応力が分散されて、リセス量を大きくとらなくても結晶欠陥の発生は抑えられる。

【0038】

各メモリセルMCは、半導体基板1に形成された一对のn型半導体領域2S、2Dと、半導体基板1の主面（活性領域）上に形成された絶縁膜3aと、その上に形成された浮遊ゲート電極用の導体膜4と、その上に形成された層間膜5と、その上に形成された制御ゲート電極用の導体膜6とを有している。

【0039】

メモリセルMCのn型半導体領域2Sは、ソース領域を形成する領域であり、上記ローカルソース線SSの一部で形成されている。また、n型半導体領域2Dは、ドレイン領域を形成する領域であり、上記サブビット線SBの一部で形成されている。ローカルソース線SSおよびサブビット線SBは、上記Y方向に沿って配置された複数個のメモリセルMCを平面的に挟むようにY方向に沿って互いに平行に平面帯状に延びて形成され、その挟まれた複数個のメモリセルMCの共有の領域となっている。

【0040】

本実施の形態においては、このn型半導体領域2S（ローカルソース線SS）およびn型半導体領域2D（サブビット線SB）は、例えばヒ素が半導体基板1に、例えば $10^{14}/\text{cm}^2$ 程度以上導入されることで形成されている。これにより、半導体領域2S、2Dの浅い接合を実現でき、かつ、短チャネル効果等の発

生を抑制または防止しつつ不純物濃度を増やすことができるので、微細化、信頼性の確保および抵抗（シート抵抗）の低下を実現することができる。なお、ローカルソース線SSは選択MOSN3を介して金属膜等で形成された共通ソース線SL（図2参照）と電氣的に接続され、サブビット線SBは選択MOSN1を介して金属膜等で形成されたメインビット線MBと電氣的に接続されている。

【0041】

メモリセルMCを構成する絶縁膜3aは、例えば厚さ9～10nm程度の酸化シリコン等からなり、情報の書き込みまたは消去に寄与する電子を半導体基板1から浮遊ゲート電極用の導体膜4に注入したり、その導体膜4に保持された電子を半導体基板1に放出させたりする際の電子の通過領域（トンネル絶縁膜）となっている。

【0042】

浮遊ゲート電極用の導体膜4は、二層の導体膜（下層導体膜4a、上層導体膜4b）が下層から順に積み重ねられて構成されている。下層導体膜4aおよび上層導体膜4bは、例えばいずれも不純物が導入された低抵抗の多結晶シリコンからなり、その厚さは、下層導体膜4aが、例えば70nm程度、上層導体膜4bが、例えば40nm程度である。

【0043】

ただし、導体膜4は、図3の上記X方向に沿った断面（図5（a））に示すように、断面T字状に形成されており、上層導体膜4bの幅が、その下層導体膜4aの幅よりも広がっている。これにより、メモリセルMCのゲート長を小さくしたまま、制御ゲート電極用の導体膜6に対する浮遊ゲート電極用の導体膜4の対向面積を増大させることができ、それらゲート電極間に形成される容量を増大させることができる。従って、微細なメモリセルMCのまま、メモリセルMCの動作効率を向上させることが可能となっている。

【0044】

また、浮遊ゲート電極用の導体膜4の導体膜4bと半導体基板1との間には、例えば酸化シリコン等からなる絶縁膜7が介在されており、一对のn型半導体領域2S、2Dと導体膜4bとの間の絶縁が図られている。

【0045】

浮遊ゲート電極用の上層導体膜4bの表面は、上記層間膜5によって覆われており、これにより、浮遊ゲート電極用の導体膜4は、制御ゲート電極用の導体膜6と絶縁されている。上記層間膜5は、例えば酸化シリコン膜上に窒化シリコン膜を介して酸化シリコン膜を積み重ねてなり、その厚さは、例えば15nm程度である。制御ゲート電極用の導体膜6は、情報の読み出し、書き込みおよび消去を行うための電極であり、ワード線Wと一体に形成され、ワード線Wの一部で構成されている。この制御ゲート電極用の導体膜6（ワード線W）は、例えば二層の導体膜（下層導体膜6a、上層導体膜6b）が下層から順に積み重ねられて形成されている。下層導体膜6aは、例えば厚さ100nm程度の低抵抗な多結晶シリコンからなる。その上層導体膜6bは、例えば厚さ80nm程度のタングステンシリサイド（ WSi_x ）からなり、下層導体膜6aに電氣的に接続された状態で積み重ねられている。この上層導体膜6bを設けたことによりワード線Wの電気抵抗を下げることができるので、フラッシュメモリの動作速度を向上させることが可能となっている。ただし、導体膜6の構造は、これに限定されるものではなく種々変更可能であり、例えば低抵抗多結晶シリコン上に窒化タングステン等のようなバリア導体膜を介してタングステン等のような金属膜を積み重ねてなる構造としてもよい。この場合、ワード線Wの電気抵抗を大幅に下げることができるので、フラッシュメモリの動作速度をさらに向上させることが可能となる。なお、ワード線W上には、例えば酸化シリコンからなるキャップ絶縁膜8が形成されている。

【0046】

低電圧系NMOSQLn、低電圧系PMOSQLp、短絡MOSN2、選択MOSN1、N3（図2等も参照）等のようなMOSの構造が、上記メモリセルMCと同一のプロセスで形成される。これらMOSのゲート電極（低電圧系NMOSQLnのゲート電極10n、低電圧系PMOSQLpのゲート電極10p、短絡MOSN2のゲート電極9および選択MOSN1のゲート電極10）は、浮遊ゲート電極用の導体膜4上に層間膜5を介して制御ゲート電極用の導体膜6を積み重ねる構造を有している。導体膜4と導体膜6とはコンタクトホールSCを通

じて電氣的に接続されており、導体膜 6 上にはキャップ絶縁膜 8 が形成されている。

【0047】

さらに、これら MOS は、それぞれ別々に形成されたソース・ドレインを有しており、例えば低電圧系 NMOSQL_n に n 型半導体領域 11_n、低電圧系 PMOSQL_p に p 型半導体領域 11_p および選択 MOSN1 の n 型半導体領域 11 を形成する。また、低電圧系 NMOSQL_n、低電圧系 PMOSQL_p および短絡 MOSN2 のゲート絶縁膜は、メモリセル MC のトンネル絶縁膜を構成する絶縁膜 3a と同一層で構成され、選択 MOSN1 のゲート絶縁膜は、例えば厚さ 20 nm 程度の酸化シリコン等からなる絶縁膜 3b で構成される。なお、本実施の形態では、メモリセル MC のトンネル絶縁膜と低電圧系 MOS 等のゲート絶縁膜とを同一層の絶縁膜 3a で構成したが、これに限定されるものではなく、異なる層の絶縁膜で構成してもよい。

【0048】

さらに、このような浮遊ゲート電極用の導体膜 4、制御ゲート電極用の導体膜 6、ゲート電極 9、10、10_n、10_p およびキャップ絶縁膜 8 の側面には、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜 12a が被覆されている。特に、上記ゲート幅方向に互いに隣接するワード線 W の間には、その絶縁膜 12a によって埋め込まれた状態となっている。このような絶縁膜 12a 上および導体膜 6 上には、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜 12b が堆積されている。

【0049】

この絶縁膜 12b 上には、例えばタングステン等からなる第 1 層配線 L1 が形成されている。所定の第 1 層配線 L1 は、絶縁膜 12b に穿孔されたコンタクトホール CON1 を通じて、低電圧系 NMOSQL_n の n 型半導体領域 11_n、低電圧系 PMOSQL_p の p 型半導体領域 11_p および選択 MOSN1 の n 型半導体領域 11 と電氣的に接続されている。さらに、絶縁膜 12b 上には、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜 12c が堆積されており、これにより第 1 層配線 L1 の表面が被覆されている。その絶縁膜 12c 上には、第 2 層配線 L2 が形成されている。第 2 層配線 L2 は、例えば窒化チタン、アルミニウムおよび窒化チタン

を下層から順に積層してなり、絶縁膜 12c に穿孔されたスルーホール TH1 の内部に埋め込まれたプラグ 13 を介して第 1 層配線 L1 と電氣的に接続されている。この第 2 層配線 L2 の表面は、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜 12d によって被覆されている。さらに、その絶縁膜 12d 上には、図示はしないが、第 3 層配線が形成されている。第 3 層配線は、例えば窒化チタン、アルミニウムおよび窒化チタンを下層から順に積層してなり、絶縁膜 12d に穿孔されたスルーホールを通じて第 2 層配線 L2 と電氣的に接続されている。

【0050】

次に、フラッシュメモリの製造方法の一例を工程順に説明する。

【0051】

図 7 および図 8 は、本実施の形態のフラッシュメモリの製造工程中の図を示している。図 7 は、上記図 3 に相当するメモリアレイ（短絡 MOS および選択 MOS を含む）の要部平面図である。図 8 は、上記図 5 に相当するフラッシュメモリのメモリアレイおよび周辺回路領域を含む要部断面図であり、ここでのメモリアレイは図 3 の A-A 線断面に相当する（以下に続く図において同じ）。周辺回路領域には、低電圧系 NMOS および PMOS を例示する。

【0052】

まず、図 7 および図 8 に示すように、シリコン単結晶からなる半導体基板（この段階では半導体ウエハと称する平面略円形状の半導体の薄板）1 の主面に、溝型の分離部 STI およびこれに取り囲まれるように配置された活性領域 Lm 等を形成する。

【0053】

分離部 STI は、例えば以下のように形成できる。半導体基板 1 の所定箇所に分離溝 14 を形成した後、半導体基板 1 に熱酸化処理を施して、図示はしないが、5～20 nm 程度の酸化シリコン膜を形成する。続いて半導体基板 1 の主面上に、CVD 法またはスパッタ法によって、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜 15 を堆積する。さらに絶縁膜 15 の表面を CMP（Chemical Mechanical Polishing）法等によって研磨することによって、絶縁膜 15 の表面が半導体基板 1 の主面とほぼ一致するように、分離溝 14 内に絶縁膜 15 を残す。

【0054】

次いで、図9は、続く製造工程における図8と同じ箇所の要部断面図である。まず、周辺回路領域をフォトレジストパターンで覆った後、このフォトレジストパターンをマスクに用いて、メモリアレイの分離溝14の内部に埋め込まれた絶縁膜15を所定量エッチバックする。その後、1000℃程度の熱処理を半導体基板1に施して絶縁膜15の緻密化を行う。これにより、周辺回路領域にリセス量が0～40nm程度の分離部STIを形成し、メモリアレイにリセス量が80nm程度の分離部STIを形成する。

【0055】

続いて、半導体基板1の所定部分に所定の不純物を所定のエネルギーで選択的にイオン注入法等によって導入することにより、埋め込みnウェルNW_m、pウェルPW_m、pウェルPW_pおよびnウェルNW_pを形成する。

【0056】

次に、厚さの異なる2種類の絶縁膜3a、3bを形成する。まず、半導体基板1の主面上に、例えば厚さ20nm程度の厚い絶縁膜を熱酸化法等によって形成する。続いて、その厚い絶縁膜上にメモリアレイ（選択MOSを除く）および周辺回路領域が露出され、それ以外が覆われるようなフォトレジストパターンを形成した後、それをエッチングマスクとしてそこから露出する厚い絶縁膜をウェットエッチング法等によってエッチング除去する。その後、そのフォトレジストパターンを除去した後、メモリアレイにトンネル酸化膜を形成すべく半導体基板1に対して再び熱酸化処理等を施す。これにより、メモリアレイ（選択MOS領域を除く）および周辺回路領域に、例えば厚さが9nm程度の相対的に薄いゲート絶縁膜3aを形成し、選択MOS領域には、例えば厚さが25nm程度の相対的に厚い絶縁膜3bを形成する（図6参照）。

【0057】

次いで、図10は、続く製造工程における図7と同じ箇所の要部平面図であり、図11は、続く製造工程における図8と同じ箇所の要部断面図である。

【0058】

まず、半導体基板1の主面上に、例えば厚さ70nm程度の低抵抗な多結晶シ

リコンからなる下層導体膜 4 a および窒化シリコン等からなる絶縁膜 1 6 を下層から順に CVD 法等によって堆積した後、その絶縁膜 1 6 および下層導体膜 4 a をフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術によって加工することにより、メモリアレイに浮遊ゲート電極を形成する下層導体膜 4 a をパターンニングする。この際、周辺回路領域および選択 MOS 領域は、全体的に下層導体膜 4 a および絶縁膜 1 9 によって覆われている。続いて、半導体基板 1 に、メモリセルのソース・ドレイン用の不純物（例えばヒ素）をイオン注入法等によって導入することにより、一对の n 型半導体領域 2 S, 2 D（ローカルソース線 S S およびサブビット線 S B）を形成する。この際、周辺回路領域および選択 MOS 領域等は、下層導体膜 4 a で覆われている。

【0059】

次いで、図 1 2 は、続く製造工程における図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【0060】

ここでは、まず、半導体基板 1 の主面上に、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜 7 を CVD 法等によって堆積した後、その絶縁膜 7 が半導体基板 1 の主面上の窪み内に残されるように、その絶縁膜 7 を CMP 法により研磨し、さらに、ドライエッチング法等によってエッチングする。これにより、半導体基板 1 の主面上を平坦にする。また、この上に堆積する後述の浮遊ゲート電極用の上層導体膜がメモリセルのソース・ドレイン用の n 型半導体領域 2 S, 2 D に接触しないようにする。この際、絶縁膜 1 6 も除去されるが、下層を保護するように機能する。

【0061】

次いで、図 1 3 は、続く製造工程における図 7 と同じ箇所の要部平面図であり、図 1 4 は、続く製造工程における図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【0062】

まず、半導体基板 1 の主面上に、例えば厚さ 40 nm 程度の低抵抗な多結晶シリコンからなる上層導体膜 4 b を堆積した後、その上に、フォトリソグラフィ技術によってフォトレジストパターン P R 1 を形成し、そのフォトレジストパターン P R 1 をエッチングマスクとして、そこから露出する上層導体膜 4 b をドライ

エッチング法等によって除去することにより、下層導体膜 4 a および上層導体膜 4 b からなる浮遊ゲート電極を形成する。なお、この際、周辺回路領域、短絡 MOS 領域および選択 MOS 領域は全体的に上層導体膜 4 b によって覆われている。

【0063】

次いで、図 15 は、続く製造工程における図 7 と同じ箇所の要部平面図であり、図 16 は、続く製造工程における図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【0064】

ここでは、まず、半導体基板 1 上に、例えば酸化シリコン膜、窒化シリコン膜および酸化シリコン膜を下層から順に CVD 法等によって堆積することにより、例えば厚さが 15 nm 程度の層間膜 5 を形成した後、その上に、コンタクトホール SC を形成するためのフォトリソグラフィ技術によって形成する。続いて、そのフォトリソグラフィパターン PR 2 をエッチングマスクとして、そこから露出する層間膜 5 をドライエッチング法等によって除去することにより、層間膜 5 にコンタクトホール SC を形成する。なお、図 15 においては、上の行のコンタクトホール SC は選択 MOS のゲート電極形成領域上に配置され、下の行のコンタクトホール SC は、短絡 MOS のゲート電極形成領域上に配置されている。また、図 16 においては、周辺回路領域にコンタクトホール SC が示されていないが、図 16 の断面に示されない他の位置において、それらの MOS のゲート電極形成領域上に導体膜 4 b の一部が露出するコンタクトホール SC が形成されている。

【0065】

次いで、図 17 は、続く製造工程における図 7 と同じ箇所の要部平面図であり、図 18 は、続く製造工程における図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【0066】

ここでは、まず、半導体基板 1 上に、例えば低抵抗な多結晶シリコンからなる下層導体膜 6 a、タンゲステンシリサイド等からなる上層導体膜 6 b および酸化シリコン等からなるキャップ絶縁膜 8 を下層から順に CVD 法等によって堆積した後、その上に、フォトリソグラフィ技術によってフォトリソグラフィパターン PR

3を形成し、そのフォトリソパターンPR3をエッチングマスクとして、そこから露出するキャップ絶縁膜8、上層導体膜6bおよび下層導体膜6aをドライエッチング法等によって除去することにより、メモリアレイにおいては制御ゲート電極（ワード線W）を形成し、それ以外の領域、周辺回路領域、短絡MOS領域および選択MOS領域等においては各MOSのゲート電極の一部を形成する。このエッチング処理に際しては、層間膜5をエッチングストッパとして機能させている。

【0067】

次いで、図19は、続く製造工程における図8と同じ箇所の要部断面図である。

【0068】

ここでは、まず、キャップ絶縁膜8、導体膜6をエッチングマスクとして、その下層の層間膜5、上層導体膜4bおよび下層導体膜4aをドライエッチング法等によってエッチング除去する。これにより、導体膜4は導体膜6と自己整合的にパターンニングされ、ワード線方向で同一形状をもつことになる。

【0069】

これにより、メモリアレイにおいては、メモリセルMCの制御ゲート電極および浮遊ゲート電極を完成させる。すなわち、浮遊ゲート電極用の導体膜4上に層間膜5を介して制御ゲート電極用の導体膜6を積み重ねる2層ゲート電極構造を完成させる。メモリセルMCの浮遊ゲート電極と制御ゲート電極とは完全に絶縁されている。

【0070】

また、周辺回路領域においては、低電圧系NMOSのゲート電極10nおよび低電圧系PMOSのゲート電極10pを完成させる。各MOSのゲート電極においては、導体膜4と導体膜6とがコンタクトホールSCを通じて電氣的に接続されている。なお、図示はしないが、短絡MOS領域および選択MOS領域においても、短絡MOSのゲート電極および選択MOSのゲート電極がそれぞれ形成される。

【0071】

次いで、図 20 は、続く製造工程における図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【0072】

ここでは、周辺回路領域において、それぞれの MOS の相対的に不純物濃度の低い半導体領域をそれぞれ別々に形成する。例えば低電圧系 NMOS に n 型半導体領域 11na および低電圧系 PMOS に p 型半導体領域 11pa を形成する。n 型半導体領域 11na には、例えばヒ素が導入され、p 型半導体領域 11pa には、例えばホウ素が導入されている。なお、図示はしないが、短絡 MOS 領域および選択 MOS 領域においても、短絡 MOS の半導体領域および選択 MOS の半導体領域がそれぞれ形成される。

【0073】

続いて、半導体基板 1 の主面上に、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜を CVD 法等によって堆積した後、これを異方性のドライエッチング法等によってエッチバックすることにより、低電圧系 NMOS のゲート電極 10n および低電圧系 PMOS のゲート電極 10p の側面に絶縁膜 12a を形成する。なお、図示はしないが、短絡 MOS のゲート電極および選択 MOS のゲート電極の側面にも絶縁膜 12a がそれぞれ形成され、互いに隣接するワード線 W 間は、この絶縁膜 12a によって埋め込まれる。

【0074】

次いで、図 21 は、続く製造工程における図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【0075】

ここでは、周辺回路領域、短絡 MOS 領域および選択 MOS 領域において、それぞれの MOS の相対的に不純物濃度の高い半導体領域をそれぞれ別々に形成する。例えば低電圧系 NMOS に n 型半導体領域 11nb および低電圧系 PMOS に p 型半導体領域 11pb を形成する。n 型半導体領域 11nb には、例えばヒ素が導入され、p 型半導体領域 11pb には、例えばホウ素が導入されている。これにより、低電圧系 NMOS のソース・ドレイン用の一対の n 型半導体領域 11n と、低電圧系 PMOS のソース・ドレイン用の一対の p 型半導体領域 11p

を形成し、周辺回路領域においては、低電圧系NMOSQL_nおよびPMOSQL_pを完成させる。なお、図示はしないが、選択MOSのソース・ドレイン用の一対のn型半導体領域が形成される。

【0076】

次いで、図22は、続く製造工程における図10と同じ箇所の要部平面図であり、図23は、続く製造工程における図11と同じ箇所の要部断面図である。

【0077】

ここでは、半導体基板1上に、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜12bをCVD法等によって堆積した後、その絶縁膜12bに、半導体基板1の一部（各MOSのソース・ドレイン領域）、ワード線Wの一部および所定のMOSのゲート電極の一部が露出するようなコンタクトホールCON1をフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術によって穿孔する。続いて、その半導体基板1上に、例えばタングステン等のような金属膜をスパッタリング法等によって堆積した後、これをフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術によってパターンニングすることにより、第1層配線L1（共通ソース線を含む）を形成する。第1層配線L1は、コンタクトホールCON1を通じて各MOSのソース・ドレイン用の一対の半導体領域、ゲート電極およびワード線Wと適宜電氣的に接続されている。

【0078】

次いで、図24は、続く製造工程における図10と同じ箇所の要部平面図であり、図25は、続く製造工程における図11と同じ箇所の要部断面図である。

【0079】

ここでは、半導体基板1上に、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜12cをCVD法等によって堆積した後、その絶縁膜12cに第1層配線L1の一部が露出するようなスルーホールTH1をフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術によって穿孔する。続いて、その半導体基板1上に、例えばタングステン等のような金属膜をスパッタリング法やCVD法等によって堆積した後、これをスルーホールTH1内のみに残るようにCMP法等によって研磨することにより、スルーホールTH1内にプラグ13を形成する。その後、半導体基板1上に、

例えば窒化チタン、アルミニウムおよび窒化チタンを下層から順にスパッタリング法等によって堆積した後、これをフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術によってパターンングすることにより、第2層配線L2（メインビット線を含む）を形成する。第2層配線L2はプラグ13を通じて第1層配線L1と電氣的に接続されている。

【0080】

次いで、図26は、続く製造工程における図11と同じ箇所の要部断面図である。

【0081】

ここでは、半導体基板1上に、例えば酸化シリコンからなる絶縁膜12dをCVD法等によって堆積した後、その絶縁膜12dに第2層配線L2の一部が露出するようなスルーホールTH2を上記スルーホールTH1と同様に穿孔する。続いて、上記プラグ13と同様にして、そのスルーホールTH2内にタングステン等からなるプラグ17を形成した後、半導体基板1上に、第2層配線L2と同様に、例えば窒化チタン、アルミニウムおよび窒化チタンの積層膜からなる第3層配線L3を形成する。第3層配線L3はプラグ17を通じて第2層配線L2と電氣的に接続されている。その後、半導体基板1上に、表面保護膜を形成した後、その一部に第3層配線L3の一部が露出するような開口部を形成してボンディングパッドを形成することにより、フラッシュメモリを製造する。

【0082】

このように、本実施の形態によれば、活性領域Lmの幅が相対的に狭く、パターン密度が相対的に高いメモリアレイの分離部STIを相対的に大きいリセス量を有するリセス構造とすることにより、分離部STIが半導体基板1に生ずる応力を低減することができるので、半導体基板1の結晶欠陥を抑制して、メモリセルのジャンクションリークのマージンを向上することができる。

【0083】

さらに、メモリセルのジャンクションリークのマージンを向上できることから、メモリセルのサイズの縮小が可能となり、ゲート長の縮小による書き込み特性の高速化やチップサイズの縮小を図ることができる。

【0084】

以上、本発明者によってなされた発明を発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0085】

例えば、前記実施の形態では、AND型フラッシュメモリに適用した場合について説明したが、NOR型フラッシュメモリ、DRAM (Dynamic Random Access Memory) を含め、短形で繰り返し性のあるメモリ素子で、微細化、低消費電力化の要求が高い全ての製品に展開可能である。また、SRAM (Static Random Access Memory) またはLogic品でも同様の効果が得られる。

【0086】

【発明の効果】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0087】

活性領域の幅が相対的に狭いメモリセルの素子分離部のリセス量を相対的に大きくすることにより、素子分離部が基板に生ずる応力を低減することができるので、基板に発生する結晶欠陥が抑制されて、メモリセルのジャンクションリークのマージンを向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態であるフラッシュメモリのブロック構成の説明図である。

【図2】

図1のフラッシュメモリに含まれるメモリアレイの一例の部分的な回路図である。

【図3】

図1のメモリアレイの要部平面図である。

【図4】

図 3 と同じ平面領域であって、図 3 よりも上層のレイアウト層の要部平面図である。

【図 5】

(a) は、図 3 の A-A 線のメモリアレイの要部断面図、(b) は、周辺回路領域の要部断面図である。

【図 6】

図 3 の B-B 線のメモリアレイの要部断面図である。

【図 7】

図 1 のフラッシュメモリの製造工程中の要部平面図である。

【図 8】

図 7 と同じ工程時のフラッシュメモリの要部断面図である。

【図 9】

図 7、図 8 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 10】

図 9 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 7 と同じ箇所の要部平面図である。

【図 11】

図 10 と同じ工程時のフラッシュメモリの図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 12】

図 10、図 11 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 13】

図 12 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 7 と同じ箇所の要部平面図である。

【図 14】

図 13 と同じ工程時のフラッシュメモリの図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 15】

図 13、図 14 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 7 と同じ箇所の要部平面図である。

【図 16】

図 15 と同じ工程時のフラッシュメモリの図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 17】

図 15、図 16 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 7 と同じ箇所の要部平面図である。

【図 18】

図 17 と同じ工程時のフラッシュメモリの図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 19】

図 17、図 18 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 20】

図 19 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 21】

図 20 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 22】

図 21 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 7 と同じ箇所の要部平面図である。

【図 23】

図 22 と同じ工程時のフラッシュメモリの図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【図 24】

図 22、図 23 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 7 と同じ箇所の要部

平面図である。

【図 2 5】

図 2 4 と同じ工程時のフラッシュメモリの図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

。

【図 2 6】

図 2 4、図 2 5 に続くフラッシュメモリの製造工程中の図 8 と同じ箇所の要部断面図である。

【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 S n型半導体領域
- 2 D n型半導体領域
- 3 a 絶縁膜
- 3 b 絶縁膜
- 4 導体膜
- 4 a 下層導体膜
- 4 b 上層導体膜
- 5 層間膜
- 6 導体膜
- 6 a 下層導体膜
- 6 b 上層導体膜
- 7 絶縁膜
- 8 キャップ絶縁膜
- 9 ゲート電極
- 10 ゲート電極
- 10 n ゲート電極
- 10 p ゲート電極
- 11 n型半導体領域
- 11 n n型半導体領域
- 11 n a n型半導体領域

1 1 n b n 型半導体領域

1 1 p p 型半導体領域

1 1 p a p 型半導体領域

1 1 p b p 型半導体領域

1 2 a 絶縁膜

1 2 b 絶縁膜

1 2 c 絶縁膜

1 2 d 絶縁膜

1 3 プラグ

1 4 分離溝

1 5 絶縁膜

1 6 絶縁膜

1 7 プラグ

M A R Y メモリアレイ

X D 行デコーダ

Y D 列デコーダ

S A D L センスアンプデータラッチ

I O B 入出力バッファ

X B 行アドレスバッファ

Y B 列アドレスバッファ

C C 制御回路

V C C 電源制御回路

M C メモリセル

M C B 0 メモリセルブロック

M C B 1 メモリセルブロック

M C B 2 メモリセルブロック

M C B 0 ~ M C B p メモリセルブロック

W ワード線

W 0 0 ~ W 0 m ワード線

Wp0～Wpm ワード線
CU00～CU0n セルユニット
CUp0～CUpn セルユニット
MB メインビット線
MB0～MBn メインビット線
SB サブビット線
SB00～SB0n サブビット線
SBp0～SBpn サブビット線
SL 共通ソース線
SS ローカルソース線
SS00～SS0n ローカルソース線
SSp0～SSpn ローカルソース線
N1 選択MOS
N2 短絡MOS
N3 選択MOS
MD0～MDp ブロック選択信号線
MS0～MSp ブロック選択信号線
SC0～SCp ブロック選択信号線
PWm p ウェル
PWp p ウェル
NWm n ウェル
NWp n ウェル
Lm 活性領域
STI 分離部
CON1 コンタクトホール
SC コンタクトホール
TH1 スルーホール
TH2 スルーホール
L1 第1層配線

L 2 第 2 層配線

L 3 第 3 層配線

P R 1 フォトレジストパターン

P R 2 フォトレジストパターン

P R 3 フォトレジストパターン

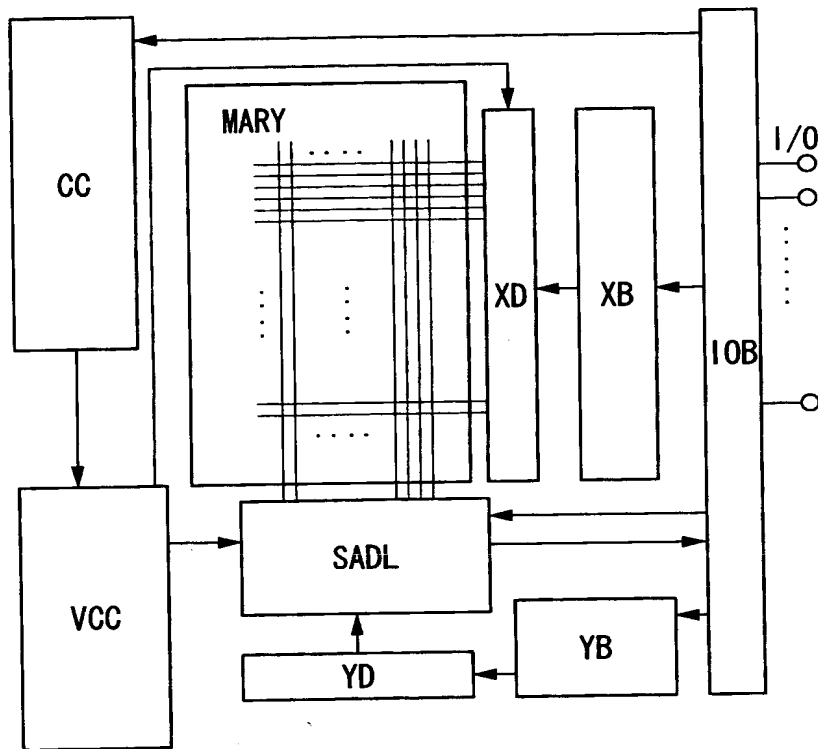
Q L n N M O S

Q L p P M O S

【書類名】 図面

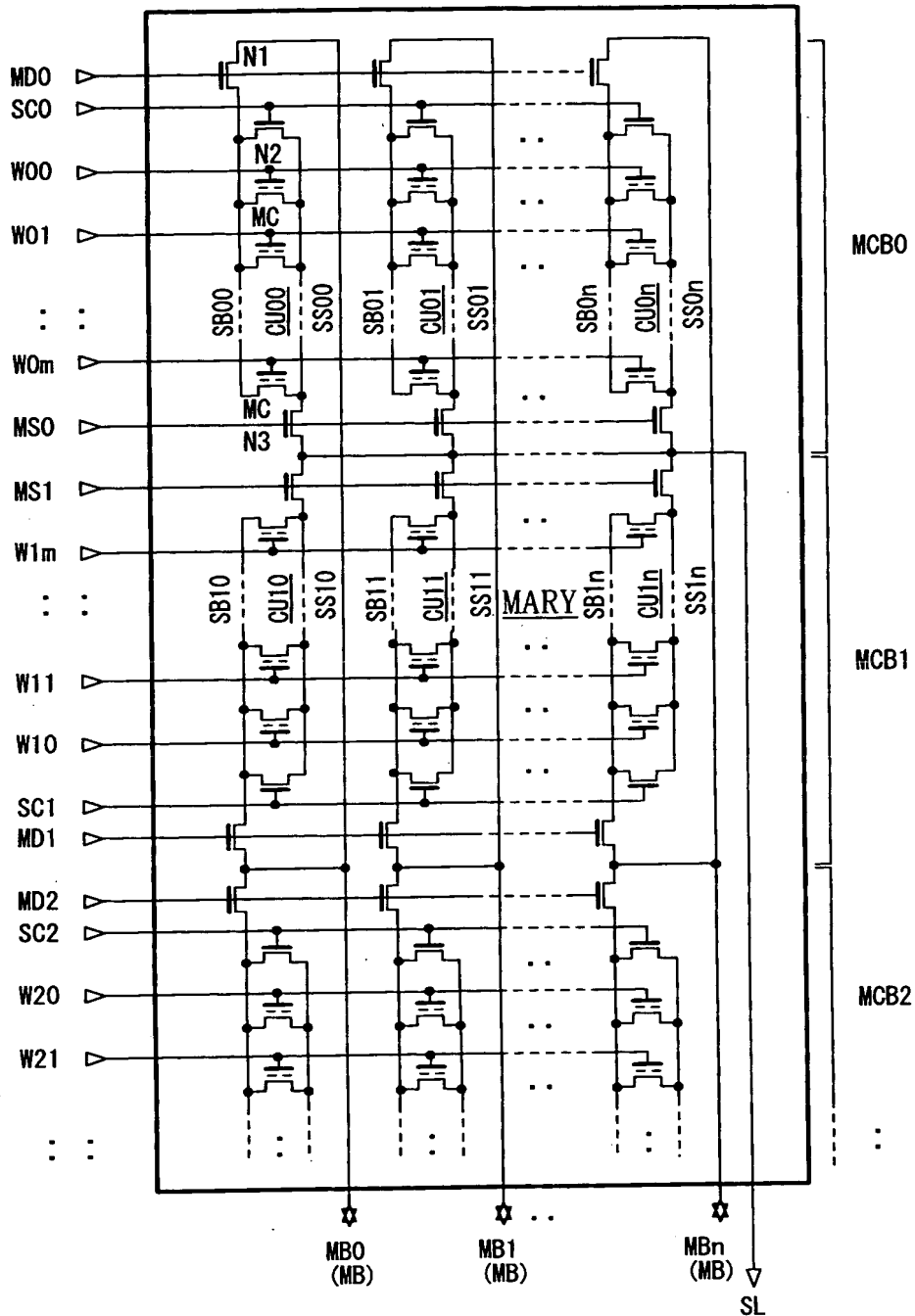
【図 1】

図 1



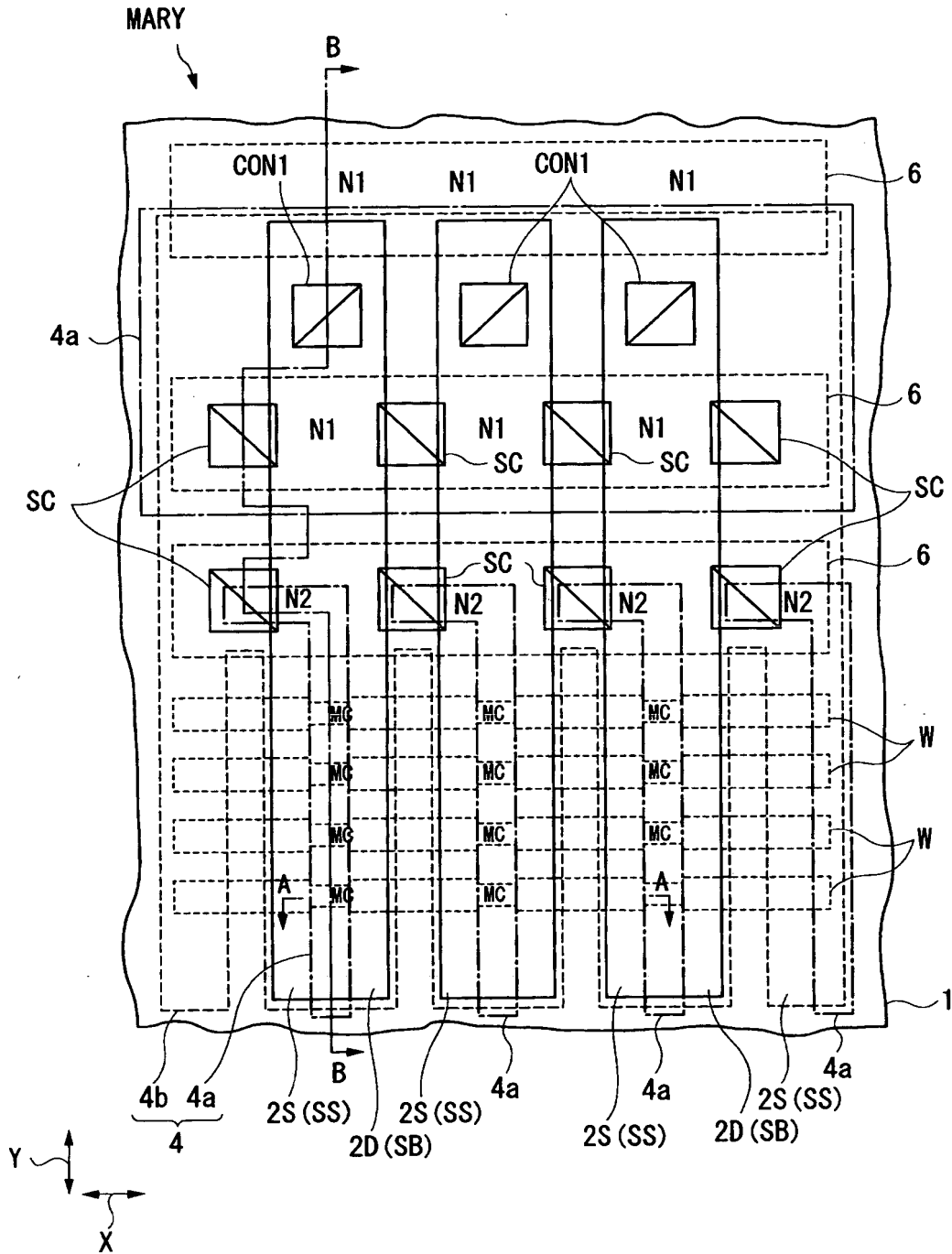
【図 2】

図 2



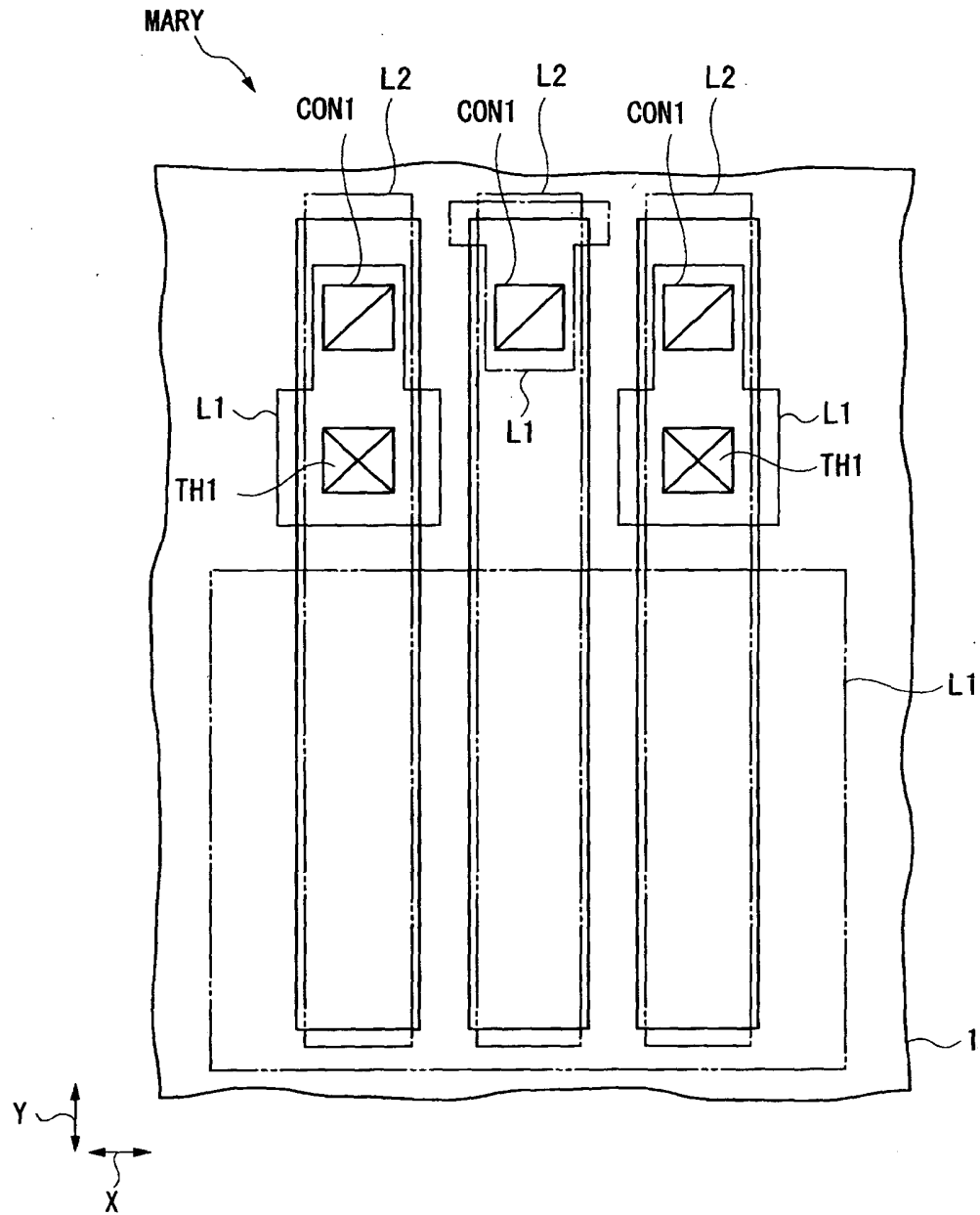
【図 3】

図 3

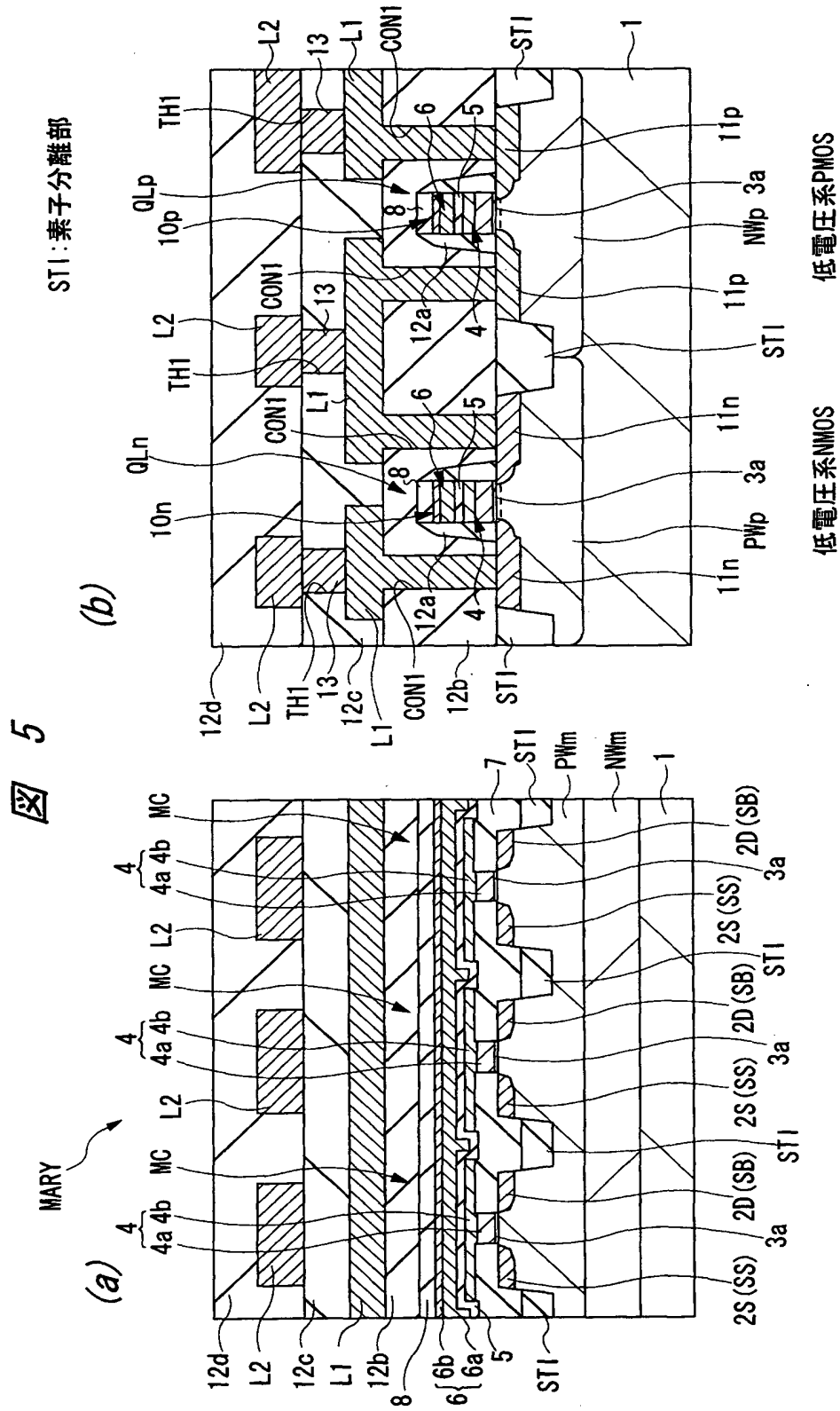


【図 4】

図 4

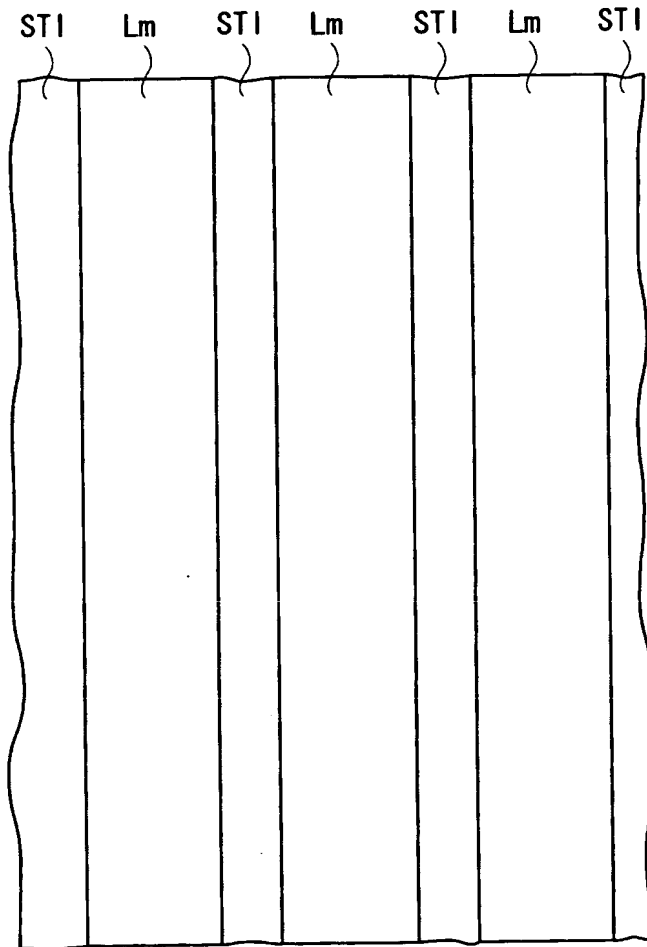


【図 5】



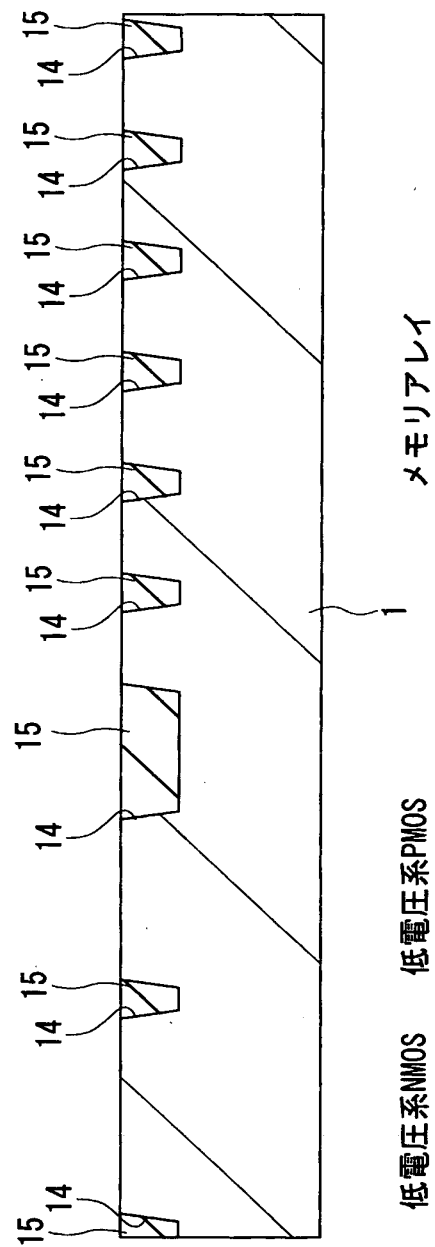
【図 7】

図 7



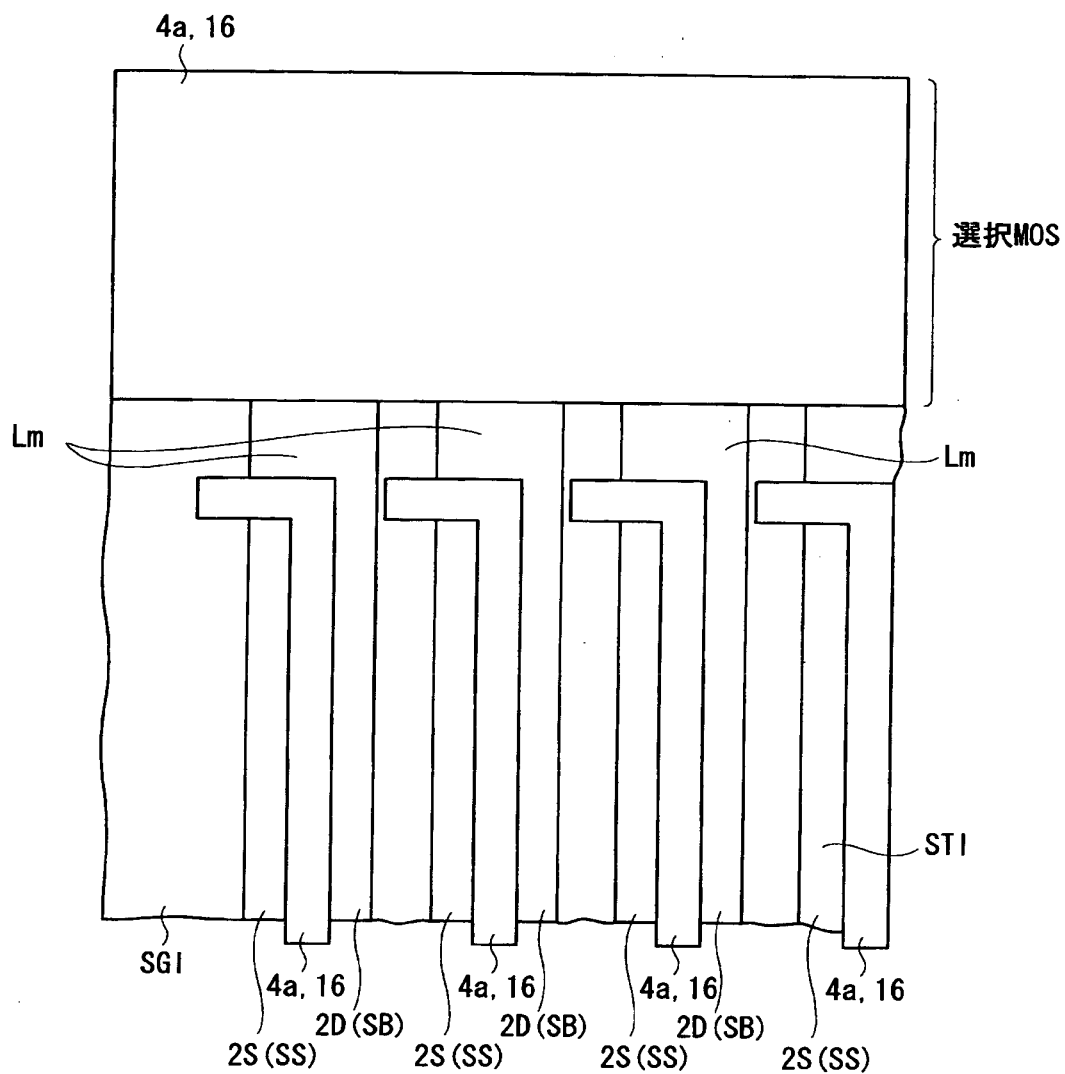
【図 8】

図 8



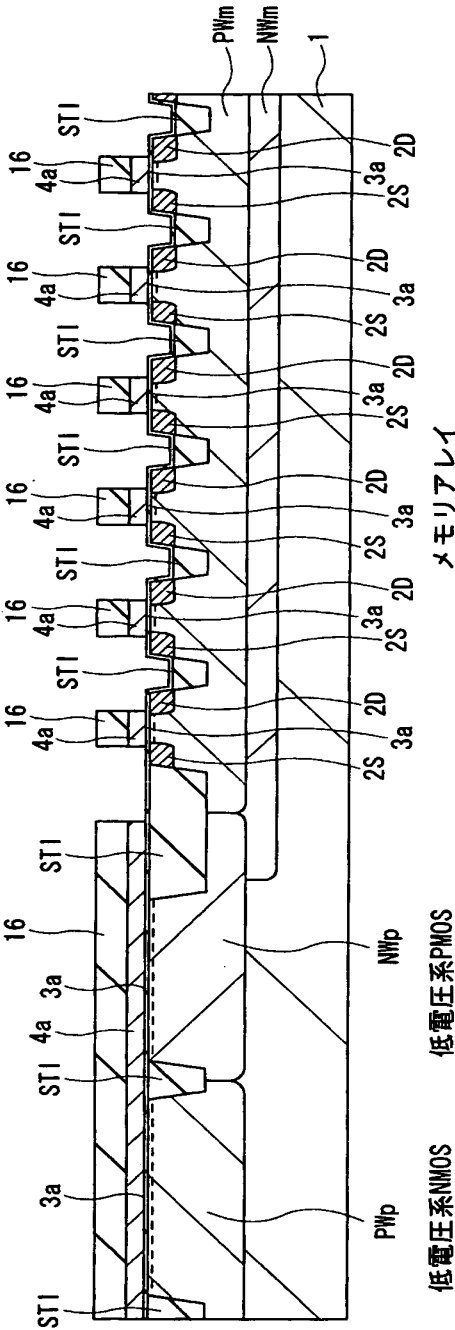
【図 10】

図 10



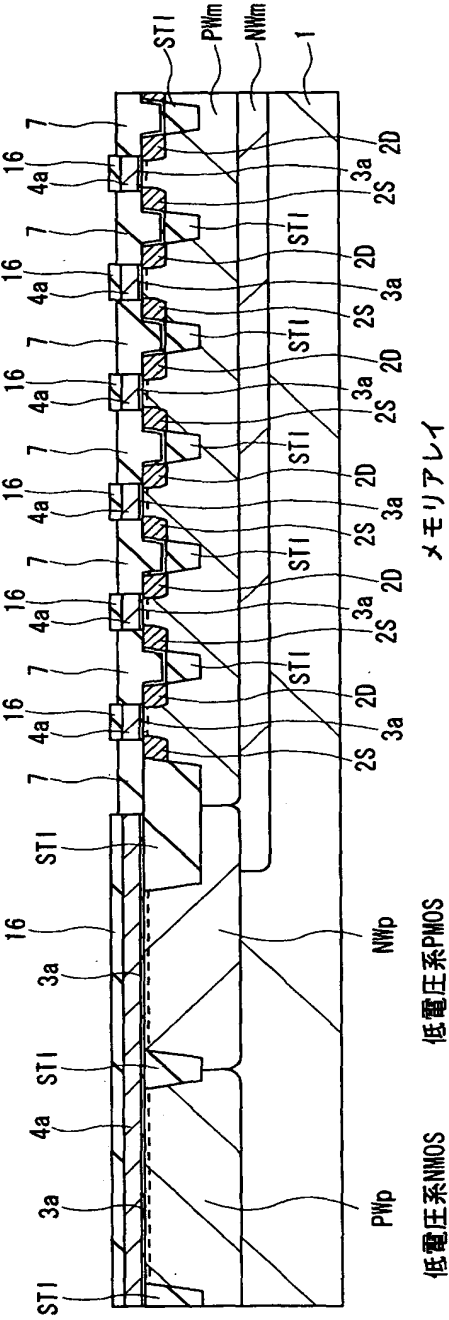
【図 11】

図 11

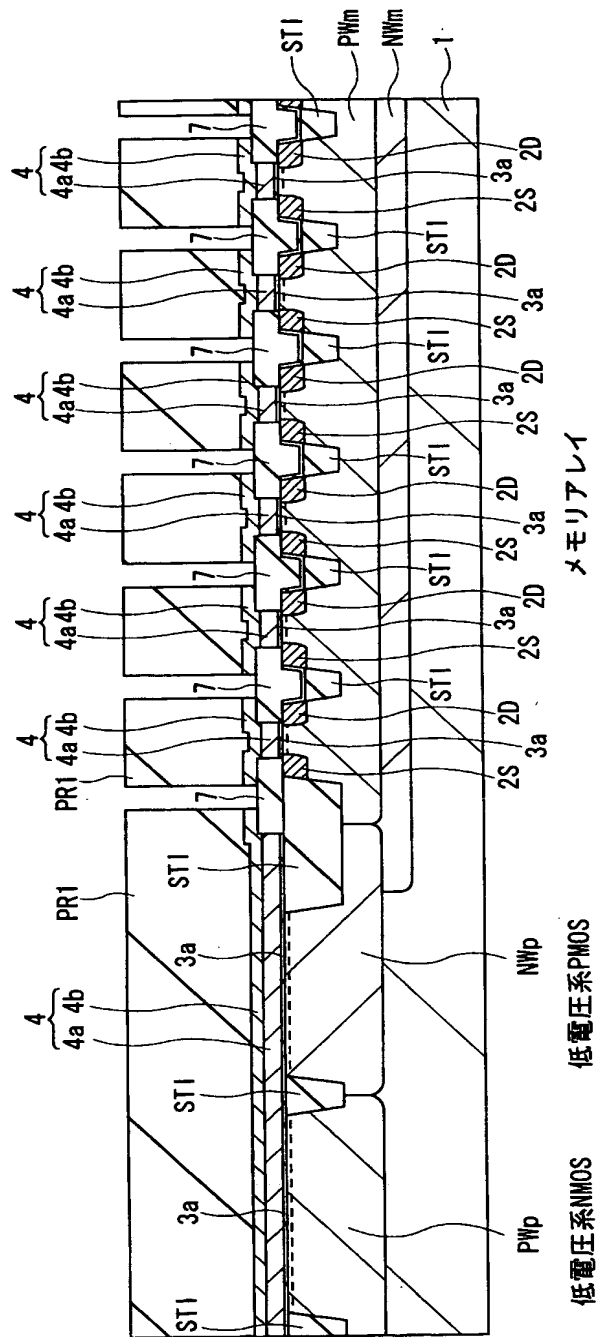


【図12】

図 12

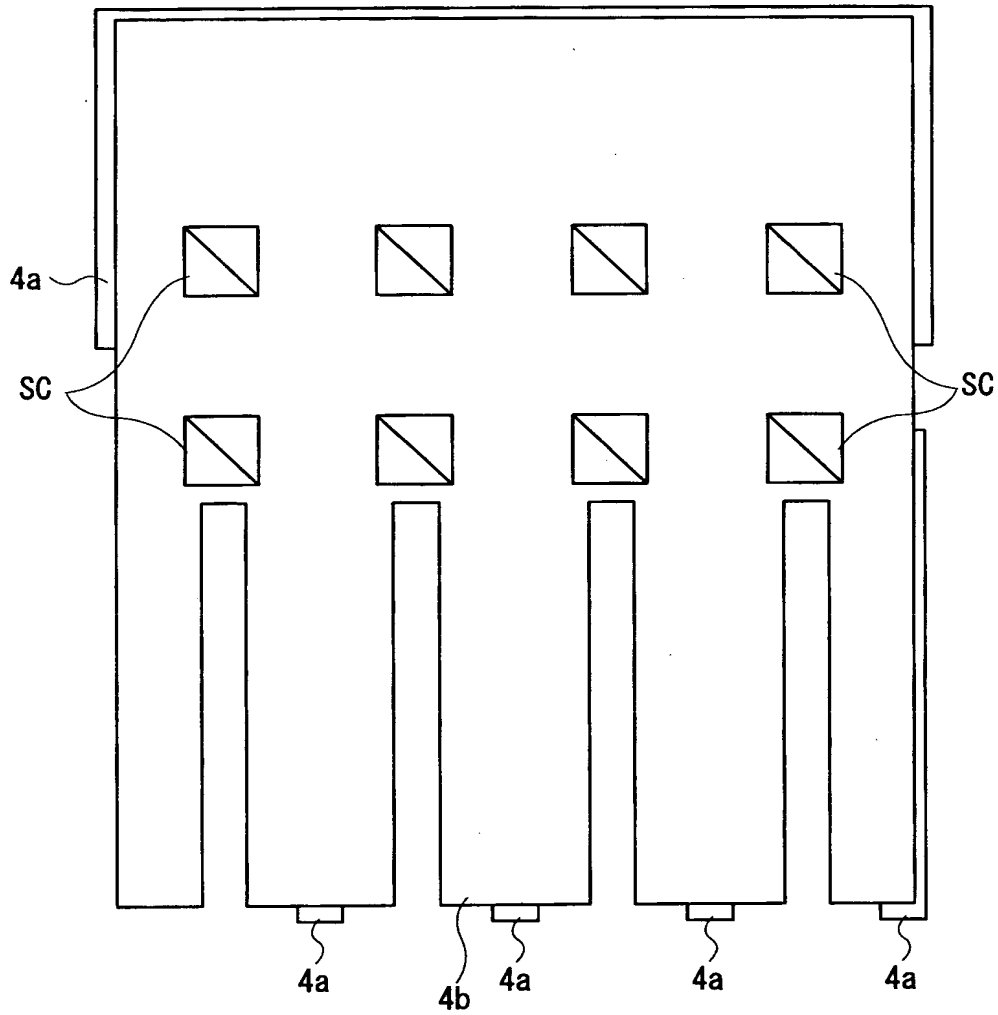


【図 14】



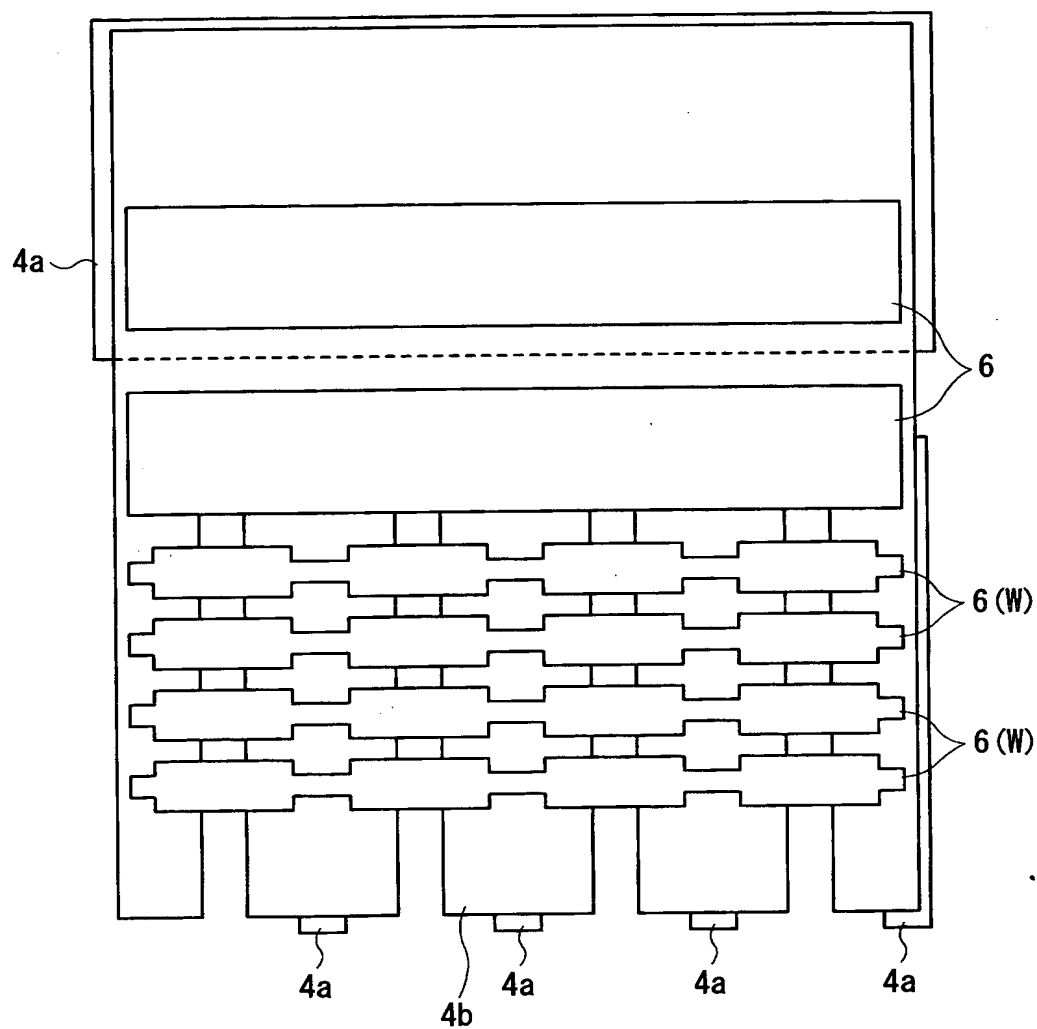
【図 15】

図 15



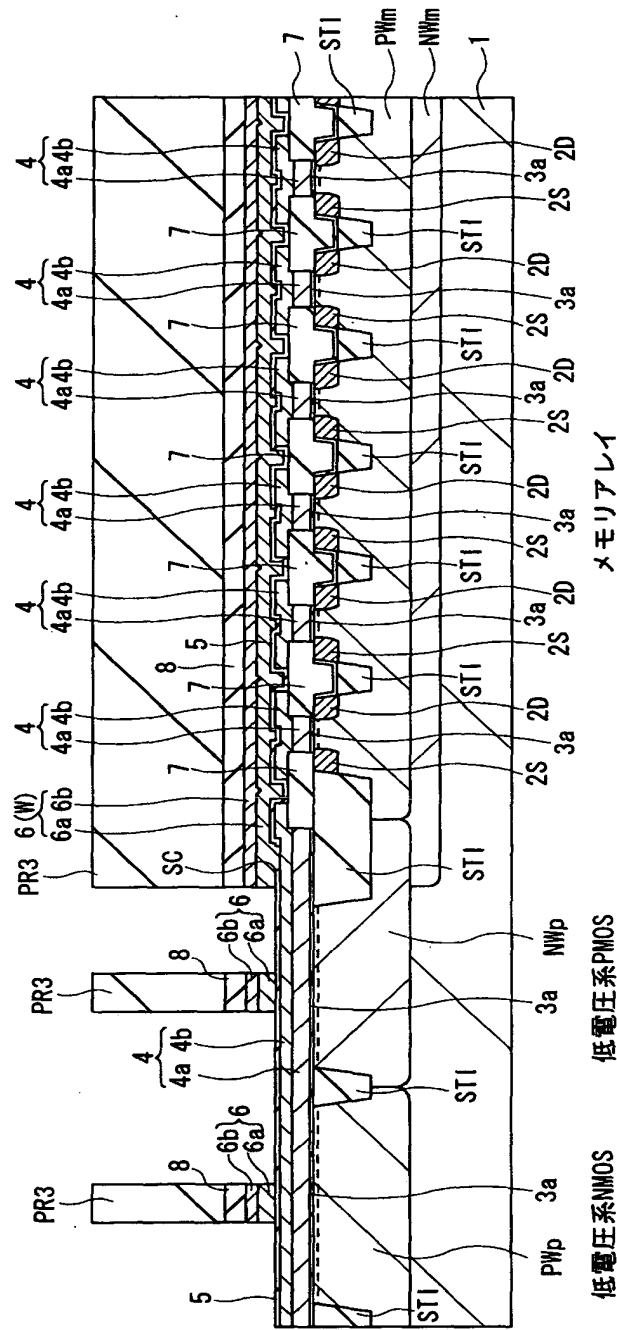
【図 17】

図 17



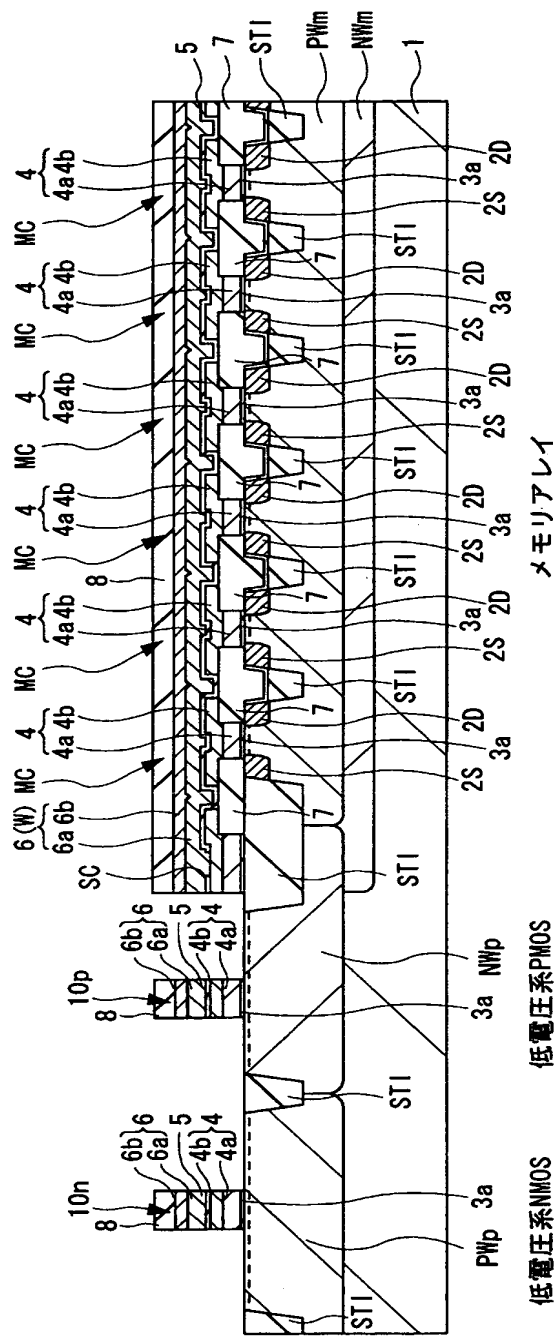
【図18】

図 18



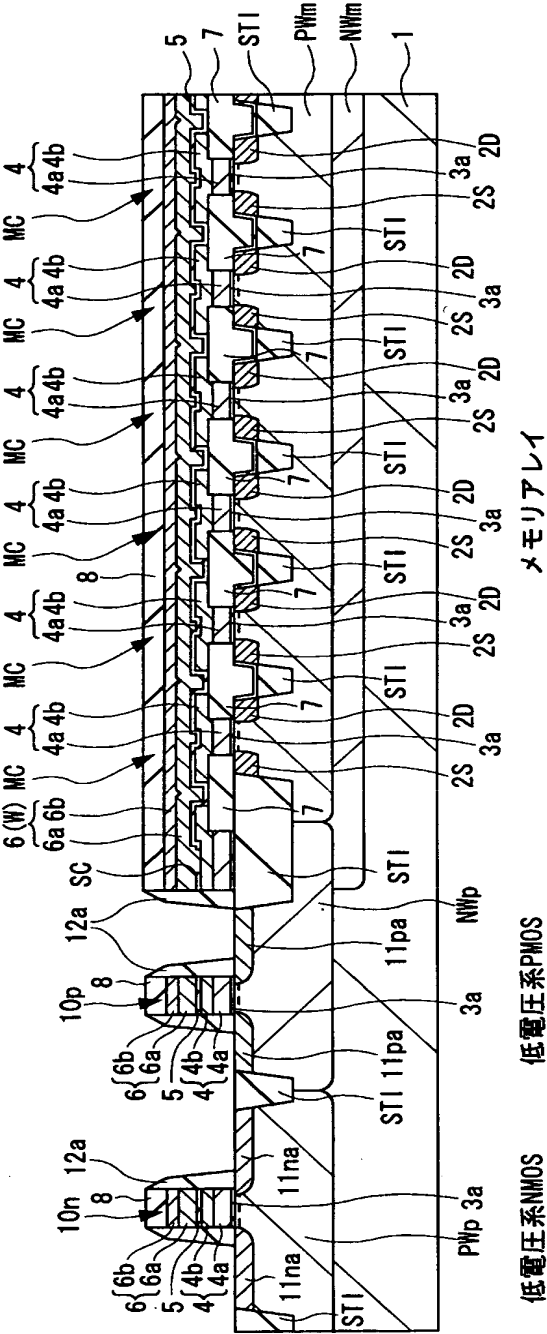
【図 19】

図 19



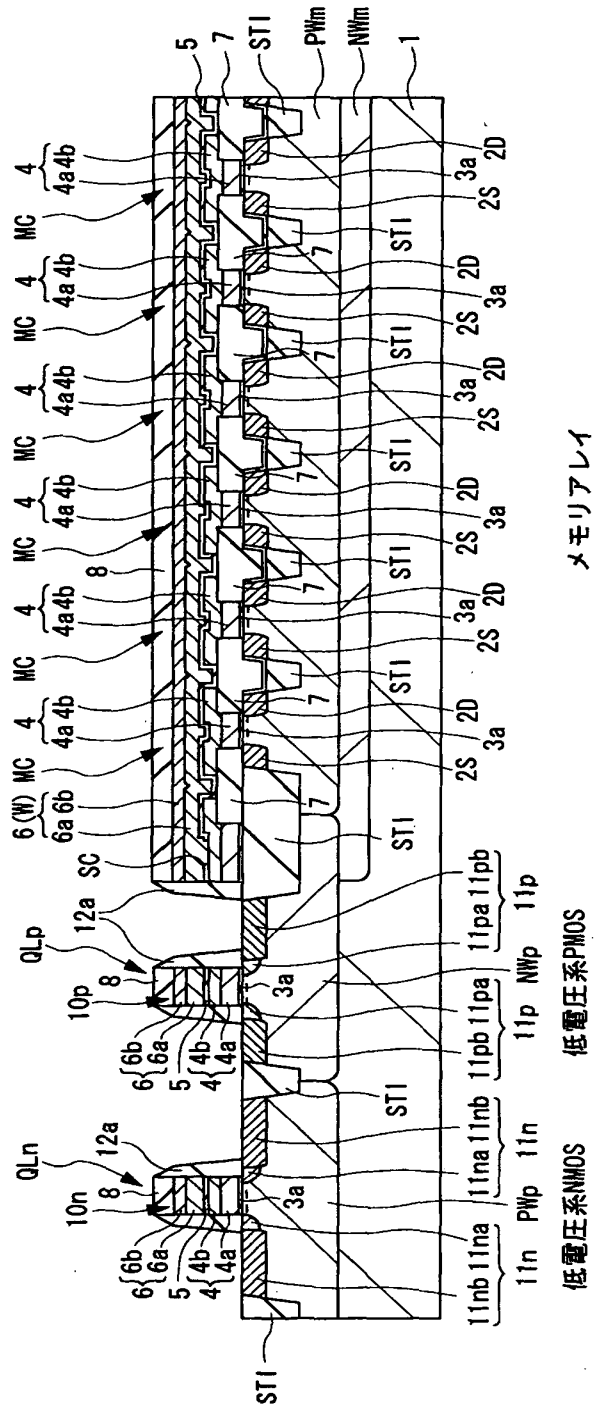
【図 20】

図 20



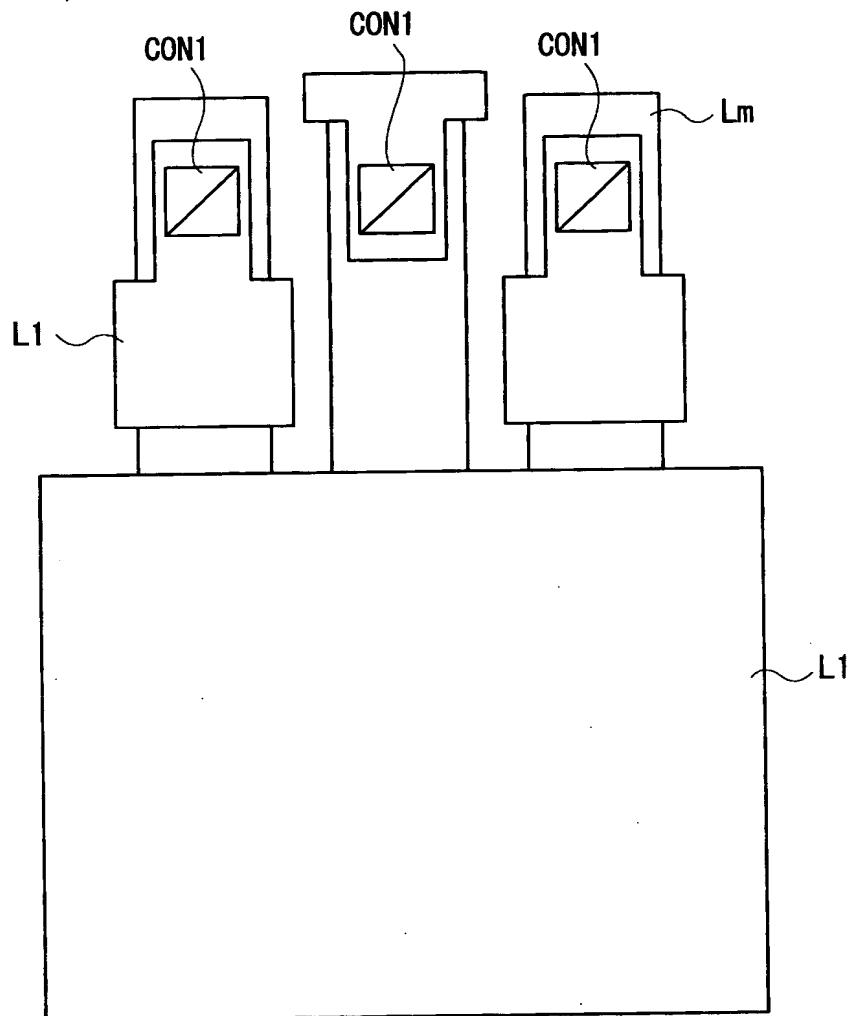
【図 21】

図 21

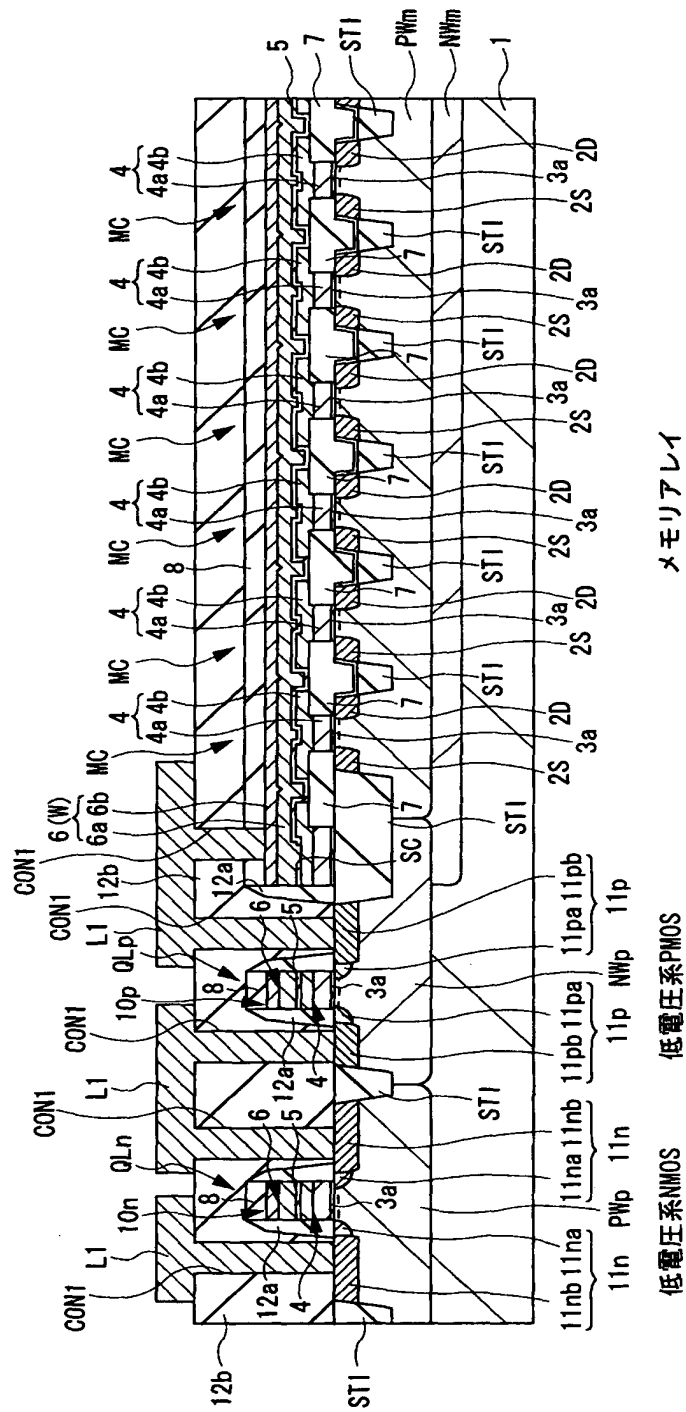


【図 22】

図 22

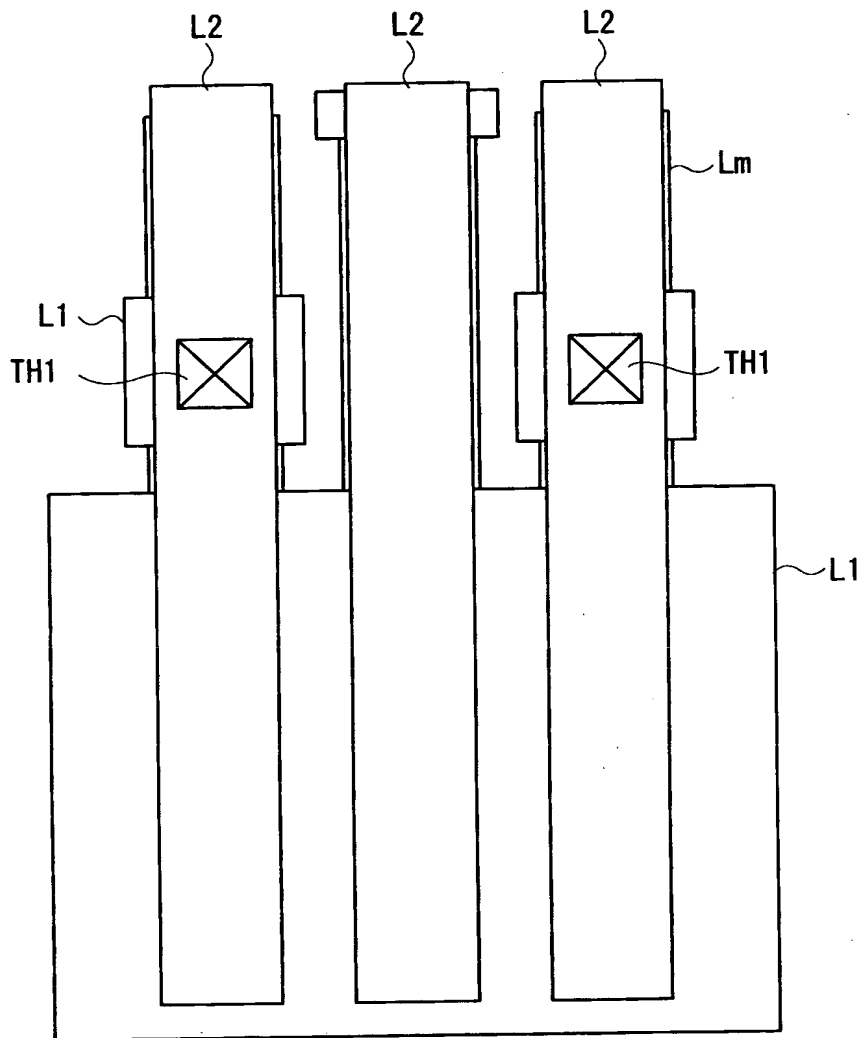


【図 2 3】



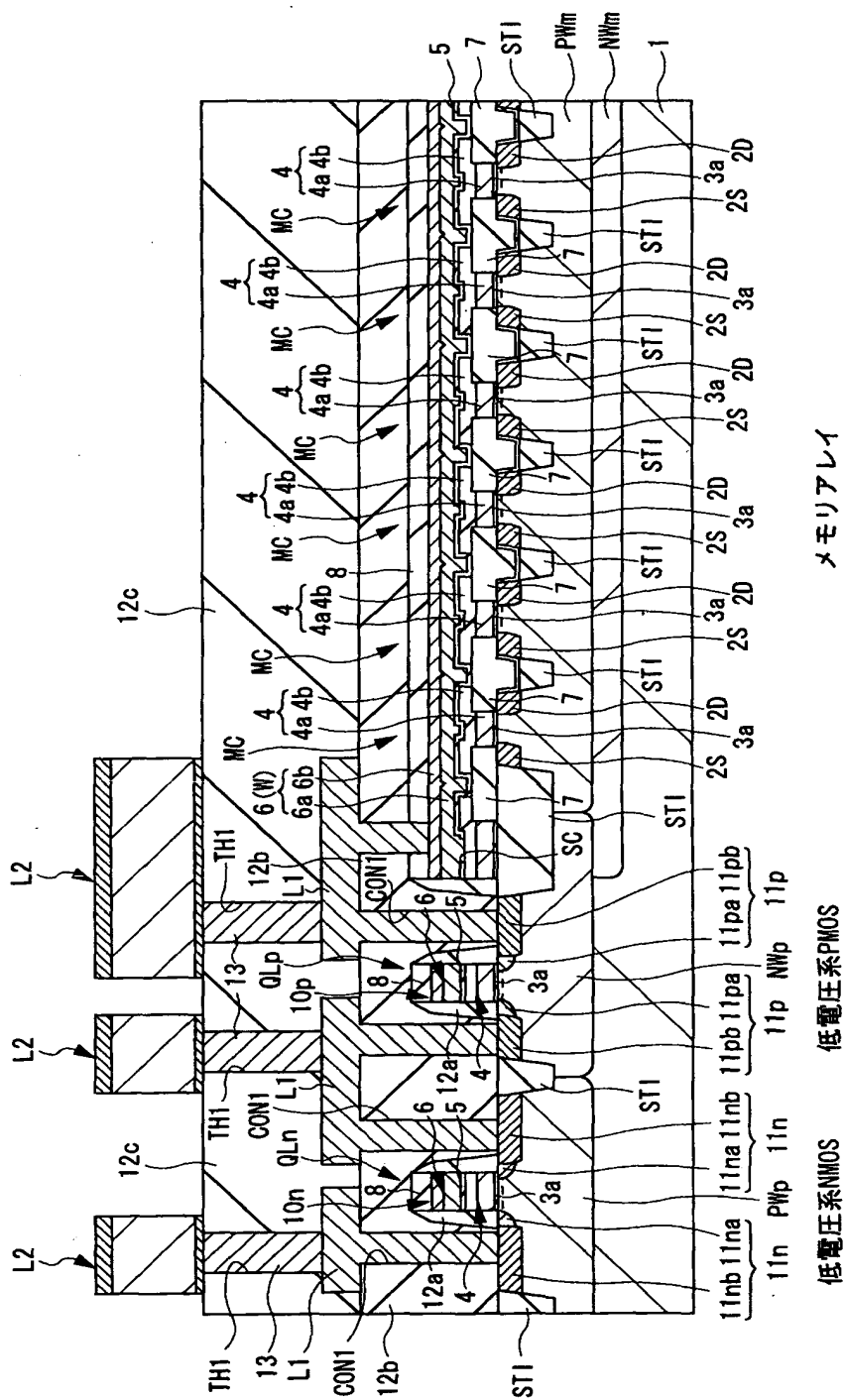
【図 24】

図 24

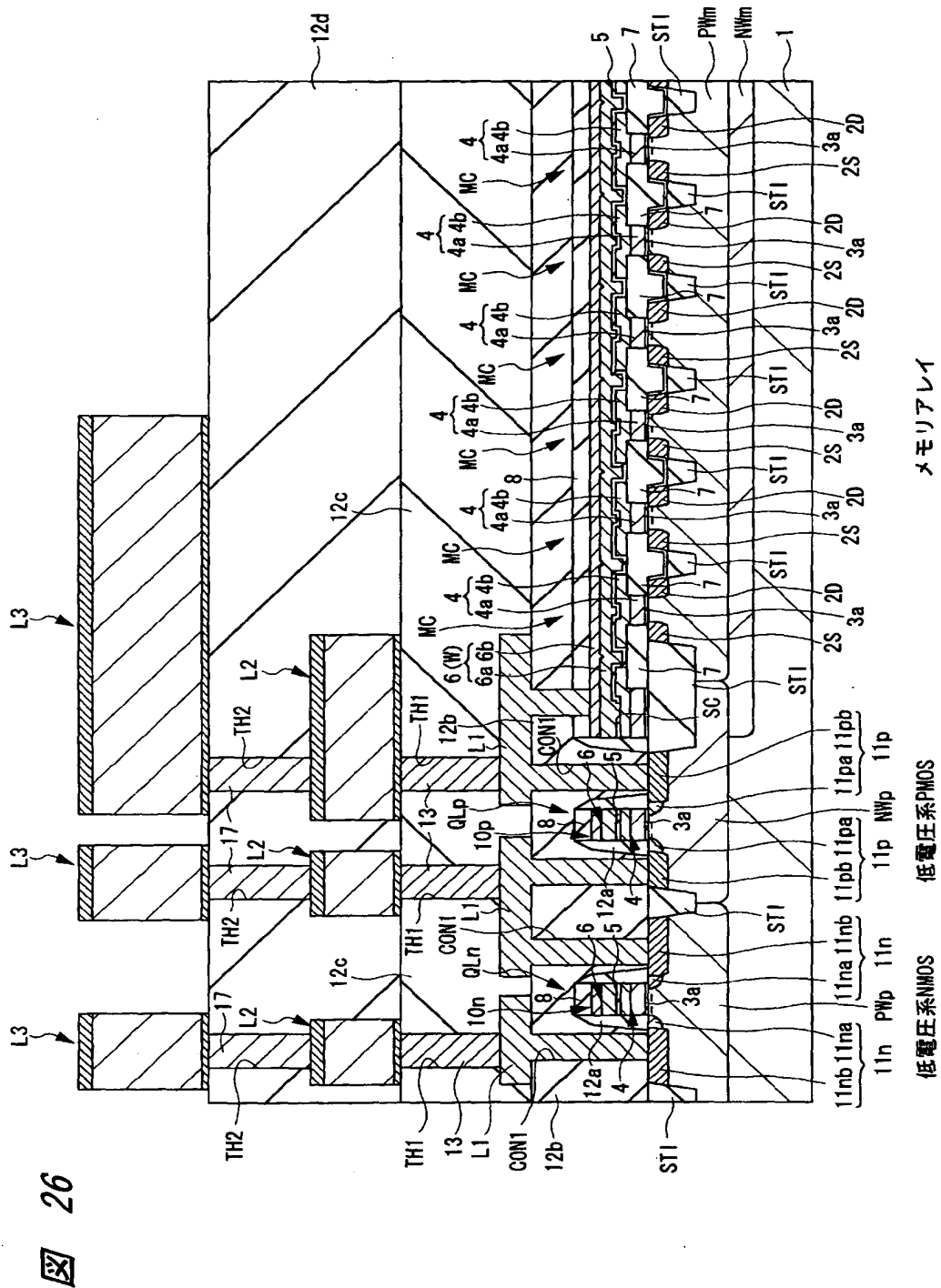


【図 25】

図 25



【図26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フラッシュメモリにおいて基板に発生する結晶欠陥を抑制し、メモリセルのジャンクションリークのマージンを向上することのできる技術を提供する。

【解決手段】 周辺回路領域において半導体基板 1 の主面に形成される分離部 S T I の絶縁膜の上面を半導体基板 1 の表面とほぼ一致するように平坦化して、リセス量をゼロまたは相対的に小さくし、メモリアレイにおいて半導体基板 1 の主面に形成される分離部 S T I の絶縁膜の上面を半導体基板 1 の表面よりも落ち込ませて、リセス量を相対的に大きくする。これにより、メモリアレイでは分離部 S T I の溝の側壁の上部がフリー面となるので、分離部 S T I が半導体基板 1 に生ずる応力が低減されて、結晶欠陥の抑制を図ることができる。

【選択図】 図 5

【書類名】 出願人名義変更届

【整理番号】 H02014901

【提出日】 平成15年 4月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-342143

【承継人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【承継人代理人】

【識別番号】 100080001

【弁理士】

【氏名又は名称】 筒井 大和

【電話番号】 03-3366-0787

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006909

【納付金額】 4,200円

【提出物件の目録】

【包括委任状番号】 9003105

【プルーフの要否】 要

特願 2 0 0 2 - 3 4 2 1 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 0 4 9 5 2 5 6]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 1 0 月 2 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県ひたちなか市堀口 7 5 1 番地

氏 名

トレセンティテクノロジーズ株式会社

特願 2002-342143

出願人履歴情報

識別番号

[000005108]

1. 変更年月日
[変更理由]
住所
氏名

1990年 8月31日
新規登録
東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
株式会社日立製作所